



## **Zonas de Incidência da Doença da Murchidão do Pinheiro na Herdade da Comporta com recurso a SIG**

**Lúcia Maria Cesteiro Amador**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais**

Orientador: Doutor Edmundo Manuel Rodrigues de Sousa

Co-Orientador: Professor Doutor José Miguel Cardoso Pereira

Co-Orientadora: Doutora Isabel Carrasquinho

**PRESIDENTE:** Doutora Maria Helena Reis de Noronha Ribeiro de Almeida, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

**VOGAIS:** Doutora Manuela Rodrigues Branco Simões, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa; Doutor Edmundo Manuel Rodrigues de Sousa, Investigador Auxiliar do Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P.; Doutora Ana Cristina Lopes de Sá.

Lisboa, 2011

Dedico este trabalho aos meus pais.

## Agradecimentos

Durante o período de desenvolvimento desta tese, tive o privilégio de ter a colaboração de diversas pessoas que me apoiaram a superar as dificuldades e obstáculos. Pretendo deste modo demonstrar a minha gratidão para com elas.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, o Doutor Edmundo Sousa, que foi o “pai” deste trabalho, e me apoiou nas discussões científicas (muitas das quais deram os seus frutos). Gostaria também de agradecer à Doutora Isabel Carrasquinho por me ter recebido naquela tarde, pois se tal não tivesse ocorrido este trabalho não tinha sequer sido iniciado, e ao Doutor Luís Bonifácio pelo tempo que gastou a esclarecer dúvidas e a resolver “enigmas”!

Ao Professor “Zé Miguel” pela disponibilidade e pela sua confiança em mim.

Às Helenas! Que foram a minha fonte de motivação, carinho e amparo incondicional! Mas, um obrigado reforçado à H. Romão pelos serviços de revisora “particular”. À Isabel e ao João pelo apoio *weekend*, que nos levavam sempre a “discussões” sobre o tema – NMP, as quais foram bastantes elucidativas e proveitosas! E à Catarina que muito me ajudou a “ver” o caminho que estava a percorrer.

Um obrigado à ERENA, na pessoa do Eng. Carlos Rio Carvalho, pelo tempo que me dispensou para a realização deste trabalho.

A todas as amigas e amigos [não enuncio nomes, porque são muitos] que nunca me deixaram esquecer que tinha este trabalho em mãos, e era para terminar, pois foram muitas as vezes que me perguntaram pela “bendita” da tese e se precisava de ajuda! O meu obrigado.

Para finalizar, gostaria de agradecer aos meus pais por toda a sua paciência, compreensão e apoio incondicional e, acima de tudo pela imensa força que me transmitiram e transmitem, e com a qual tenho conseguido alcançar os meus objectivos.

## Resumo

É amplamente conhecida a importância económica do Pinheiro bravo, resultando a sua área de distribuição actual fundamentalmente da acção humana. Aquela corresponde sensivelmente à faixa litoral que vai desde as bacias do Tejo e Sado até ao rio Minho, estendendo-se para o interior nas regiões Norte e Centro.

A área onde se realizou esta análise localiza-se na Herdade da Comporta, designadamente nos povoamentos florestais de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*). Numa área global de, aproximadamente, 12 600 ha com cerca de 6900 ha desta tipologia florestal.

Ao olharmos para o distrito de Setúbal e, mais concretamente, para a nossa área de estudo, deparamo-nos com uma das áreas mais arborizadas do país. No fundo, pensando na presença marcante do Pinheiro bravo e na sua problemática actual (NMP) realizámos uma cartografia de evolução desta espécie, neste território. Como resultado final obtivemos cartas com as densidades de Pinheiro bravo desde 1999 até 2009, sendo que todas as exercitações foram concretizadas com o auxílio do programa ArcView 3.3 ou ArcGis 9.3. Com o alcançar deste resultado, pensamos que futuramente seja possível a concretização de novas cartografias, as quais nos darão as tendências e realidades da distribuição e evolução espacial desta praga.

Palavras-chave: Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP), Evolução da Doença de Murchidão do Pinheiro, Pinheiro bravo, Sistemas de Informação Geográfica, Herdade da Comporta.

## Abstract

It is widely known the economic importance of maritime pine, its current distribution area of resulting fundamentally from human activity. This roughly corresponds to the coastal strip stretching from the Tagus and Sado basins to the river Minho, extending inland in the North and Center.

The area where we performed this analysis is located in Herdade da Comporta, in particular in forest stands of pine (*Pinus pinaster*), in a total area of 12 600 ha of which nearly 6900 ha are occupied with this species.

Looking at the district of Setúbal and more specifically at our study area, we are faced with one of the most forested areas of the country. Thinking about the strong presence of the maritime pine and its current problems (NMP) a mapping of the evolution of this species in this territory was conducted. The final result obtained is maps with densities of pine from 1999 to 2009. All the exercises have been achieved with the help of ArcView 3.3 or ArcGis 9.3. With this result, it becomes possible in the future to develop new mapping, which will give us the trends and realites of the spatial evolution of the pest.

Keywords: Pine wood nematode, Evolution of the pine wilt disease, Maritime Pine, Geographic Information System, Herdade da Comporta.

## Abstract

It is widely known the economic importance of maritime pine, its current distribution area resulting fundamentally from human activity. This roughly corresponds to the coastal strip stretching from the Tagus and Sado basins to the river Minho, extending inland in the North and Center.

The area where we performed this analysis is located in Herdade da Comporta, in particular in forest stands of pine (*Pinus pinaster*), in a total area of 12 600 ha of which nearly 6900 ha are occupied with this species.

Looking at the district of Setúbal and more specifically at our study area, we are faced with one of the most forested areas of the country.

In 1815, the region which includes the study area had a scant forest cover and the ground was essentially covered by moorland and scrub. In 1910 the total occupation was formed by vines, meek moors and umbrella pines.

In 1999, the NMP was detected in Portugal, in the Península de Setúbal. It is believed that international trade in goods, which were destined to the port of Setúbal, widespread this new threat into the wild pine forests. In Portugal was developed the National Program for combating the pine wood nematode □ PROLUNP □ with the objectives of restricting NMP to geographical limits, implementing control measures to eradicate this agent and doing monitoring.

From 1999 were established plant protection measures and implemented actions in order to control, prevent the spread and eradicate the NMP.

Thinking about the effects on the decrease and degradation of maritime pine caused by the NMP and about the strong presence of this species in the study area, the need to perpetuate the species of trees and control the disease, we decided to develop this work in order to obtain ideas and results of the evolution of the pine forest and trends about the future attacks of this pest.

The first task undertaken was the production of the land cover of Herdade da Comporta, in the years 2000, 2004 and 2008, which was based on the identification of homogeneous mapping units in this property, directly on the computer, on orthophotomaps and using the programs ArView 3.3 and ArcGis 9.3.

Based on the file of the forest inventory of Herdade da Comporta we held our second task, i.e., we selected the portions that did not coincided with the pine stats, pure or mixed, and that had the composition of this species, and we applied the tools GIS □ Thiessen polygons to that file.

As a result of the application of this instrumental to the representative points of the inner portions of the Forest Inventory of Herdade da Comporta, about 266, we obtained a card with density values of maritime pine in 2009.

The final result obtained is maps with densities of pine from 1999 to 2009. All the exercises have been achieved with the help of ArcView 3.3 or ArcGis 9.3.

With this result, it becomes possible in the future to develop new mapping, which will give us the trends and realities of the spatial evolution of the pest.

## Índice

LISTA DE QUADROS	XI
ABREVIATURAS E SÍMBOLOS USADOS	XII
I. INTRODUÇÃO	1
II. ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO	5
1. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	5
2. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA.....	7
2.1. Clima .....	7
2.1.1. Temperatura.....	7
2.1.2. Precipitação.....	8
2.1.3. Outros Factores .....	9
2.2. Tipo de Solo .....	10
2.3. Capacidade de Uso do Solo .....	12
3. MORFOLOGIA DA PAISAGEM .....	16
3.1. Altimetria .....	16
3.2. Hipsometria .....	17
3.3. Declives.....	18
3.4. Exposições.....	19
3.5. Geomorfologia.....	20
3.6. Bacias e Linhas de Água .....	21
3.7. Fitogeografia .....	22
4. UNIDADES DE PAISAGEM .....	24
5. INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	25
6. PRAGAS E DOENÇAS DO PINHAL .....	28
6.1. Nemátodo da Madeira do Pinheiro .....	29
6.2. Proccionária do Pinheiro .....	37
6.3. Escolitídeos.....	37
6.4. Torcedoura.....	37

7. DESCRIÇÃO HISTÓRICA E ÁREAS ACTUALMENTE OCUPADAS COM PINHEIRO BRAVO .....	38
7.1. Pinheiro bravo em Portugal Continental .....	38
7.2. Evolução do Pinheiro bravo na área de estudo .....	42
III. MATERIAL E MÉTODOS .....	46
1. CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DOS POVOAMENTOS DE PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA .....	46
1.1. Cartografia de Ocupação do Solo nos anos 2000, 2004 e 2008.....	46
1.2. Inventário Florestal.....	48
2. ANÁLISE DA MORTALIDADE DO PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA .....	51
2.1. Delineamento das Manchas de Pb com Erradicação de 1999 a 2009.....	51
3. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO PINHEIRO BRAVO FACE À DOENÇA DA MURCHIDÃO DO PINHEIRO .....	58
IV. RESULTADOS .....	59
1. CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DOS POVOAMENTOS DE PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA .....	59
1.1. Cartografia de Ocupação do Solo nos anos 2000, 2004 e 2008.....	59
1.2. Inventário Florestal.....	64
2. ANÁLISE DA MORTALIDADE DO PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA .....	67
2.1. Delineamento das Manchas de Pb com ocorrência de Erradicação de 1999 a 2009.....	67
3. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO PINHEIRO BRAVO FACE À DOENÇA DA MURCHIDÃO DO PINHEIRO .....	72
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	75
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	78
VI. ANEXOS .....	82

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Enquadramento Geográfico da Herdade da Comporta .....	5
Figura 2 – Enquadramento Administrativo da Herdade da Comporta .....	6
Figura 3 – Temperatura da Herdade da Comporta .....	7
Figura 4 – Temperatura do Distrito de Setúbal no período de 1971-2000 .....	8
Figura 5 – Precipitação da Herdade da Comporta .....	8
Figura 6 – Precipitação do Distrito de Setúbal no período de 1971-2000 .....	9
Figura 7 – Tipo de Solos da Herdade da Comporta .....	12
Figura 8 – Representatividade das subclasses da Capacidade de Uso do Solo .....	14
Figura 9 – Capacidade de Usos do Solo da Herdade da Comporta .....	15
Figura 10 – Altimetria da Herdade da Comporta .....	16
Figura 11 – Hipsometria da Herdade da Comporta .....	17
Figura 12 – Declives da Herdade da Comporta .....	18
Figura 13 – Exposições da Herdade da Comporta .....	20
Figura 14 – Litologia da Herdade da Comporta .....	21
Figura 15 – Geologia da Herdade da Comporta .....	21
Figura 16 – Hidrologia da Herdade da Comporta .....	22
Figura 17 – Zona ecológica da Herdade da Comporta .....	23
Figura 18 – Unidades de Paisagem da Herdade da Comporta .....	25
Figura 19 – Incêndios entre 1990 e 2010 da Herdade da Comporta .....	27
Figura 20 – Risco de Incêndio Florestal na Herdade da Comporta .....	28
Figura 21 – Povoamento de Pinheiro bravo com sintomas de NMP .....	30
Figura 22 – Longicórnio-do-pinheiro .....	31
Figura 23 – Ciclo de transmissão da doença .....	32

Figura 24 – Ciclo de infecção do NMP .....	33
Figura 25 – Zonas do PROLUNP .....	34
Figura 26 – Zonas do PROLUNP em 2006.....	34
Figura 27 – Zonas do PROLUNP em 2008.....	35
Figura 28 – Ninho de Proccionária na Herdade da Comporta .....	37
Figura 29 – Pinheiro bravo com sintomas de Torcedoura na Herdade da Comporta .....	38
Figura 30 – Evolução da área de pinhal entre 1867 e 2005 .....	39
Figura 31 – Área de distribuição do Pinheiro bravo em Portugal.....	41
Figura 32 – Ocupação CLC 90 da Herdade da Comporta.....	45
Figura 33 – Ocupação CLC 2000 da Herdade da Comporta.....	45
Figura 34 – Ocupação CLC 2006 da Herdade da Comporta.....	45
Figura 35 – Parcelas do Inventário Florestal de 2009 na Herdade da Comporta.....	49
Figura 36 – Exemplo de polígonos de Thiessen .....	51
Figura 37 – Grelhas de blocos, cartas e quadrículas do PROLUNP na Herdade da Comporta	53
Figura 38 – Ficha de campo da campanha de prospecção e erradicação do PROLUNP .....	54
Figura 39 – Talhões adoptados pela HC para a prospecção e erradicação do NMP.....	55
Figura 40 – Erradicação 2006/2007 na Herdade da Comporta .....	56
Figura 41 – Ocupação do Solo 2000 da Herdade da Comporta.....	60
Figura 42 – Ocupação de Pinheiro bravo em 2000 na Herdade da Comporta.....	60
Figura 43 – Ocupação do Solo 2004 da Herdade da Comporta.....	61
Figura 44 – Ocupação de Pinheiro bravo em 2004 na Herdade da Comporta.....	61
Figura 45 – Ocupação do Solo 2008 da Herdade da Comporta.....	62
Figura 46 – Ocupação de Pinheiro bravo em 2008 na Herdade da Comporta.....	62
Figura 47 – Resultado da aplicação da ferramenta polígonos de Thiessen.....	64

Figura 48 – Polígonos de Thiessen resultantes das parcelas de IF da HC.....	65
Figura 49 – Polígonos de Thiessen e Ocupação do solo (Pb) no ano de 2008 .....	66
Figura 50 – Erradicação 2006/2007 – cartas sem valores .....	68
Figura 51 – Erradicação 2006/2007 – cartas com valores .....	69
Figura 52 – Erradicação 2008/2009 na Herdade da Comporta .....	70
Figura 53 – Erradicação 1999/2009 na Herdade da Comporta .....	71
Figura 54 – Distribuição das classes de densidade de pinhal entre 1999 e 2009 na Herdade da Comporta .....	73
Figura 55 – Evolução da área de Pinhal entre 1999 e 2009 na Herdade da Comporta.....	74
Figura 56 – Resíduos de erradicação na Herdade da Comporta .....	76
Figura 57 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 1999.....	83
Figura 58 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2000.....	84
Figura 59 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2001.....	85
Figura 60 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2002.....	86
Figura 61 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2003.....	87
Figura 62 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2004.....	88
Figura 63 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2005.....	89
Figura 64 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2006.....	90
Figura 65 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2007.....	91
Figura 66 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2008.....	92
Figura 67 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2009.....	93

## Lista de Quadros

Quadro 1 – Freguesias existentes na Herdade da Comporta.....	6
Quadro 2 – Tipos de Solo da Herdade da Comporta.....	11
Quadro 3 – Capacidade de Uso do Solo da Herdade da Comporta.....	13
Quadro 4 – Classe de Declive na Herdade da Comporta.....	19
Quadro 5 – Síntese Legislativa do Nemátodo da Madeira do Pinheiro, em Portugal .....	36
Quadro 6 – Área Florestal total e de Pinheiro bravo por NUT, entre 1995/98 e 2005/06 (ha) ...	40
Quadro 7 – Estimativas da área ocupada por Pinheiro bravo em Portugal.....	42
Quadro 8 – Ocupação CORINE Land Cover 1990 da Herdade da Comporta .....	44
Quadro 9 – Alterações CLC 1990-2000 da Herdade da Comporta .....	44
Quadro 10 – Alterações CLC 2000-2006 da Herdade da Comporta .....	44
Quadro 11 – Classe de ocupação do solo da Herdade da Comporta .....	47
Quadro 12 – Tipos de parcelas do Inventário da Herdade da Comporta .....	50
Quadro 13 – Ocupação do Solo em 2000, 2004 e 2008 na Herdade da Comporta.....	63
Quadro 14 – Ocupação Florestal com Pb em 2000, 2004 e 2008 na Herdade da Comporta....	63
Quadro 15 – Área das densidades de Pinheiro bravo entre 1999 e 2009 na Herdade da Comporta.....	73

## **Abreviaturas e símbolos usados**

AFN – Autoridade Florestal Nacional

aM – Aluvio-Mediterrânea

AMC – Área Mínima Cartográfica

ASoc – Área Social

CLC 90 – CORINE Land Cover de 1990

CLC 2000 – CORINE Land Cover de 2000

CLC 2006 – CORINE Land Cover de 2006

COD\_CLC – Código de Ocupação do CORINE Land Cover

COS – Cartografia de Ocupação do Solo

CRIF – Cartografia de Risco de Incêndio Florestal

DGRF – Direcção-Geral dos Recursos Florestais

Ec – Eucalipto

EPPO – European and Mediterranean Plant Protection Organization

HC – Herdade da Comporta

IF – Inventário Florestal

IM – Instituto de Meteorologia

NMP – Nemátodo da Madeira do Pinheiro

pAM – Psamo-Atlante-Mediterrânea

Pb – Pinheiro bravo

Pm – Pinheiro manso

PROLUNP – Programa Nacional de Luta de Combate ao Nemátodo da Madeira do Pinheiro

Sb – Sobreiro

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SROA - Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

TIN – Rede Irregular Triangular

UMC – Unidade Mínima Cartográfica

### I. INTRODUÇÃO

Em Portugal, as florestas são sobretudo cultivadas ao contrário do que acontece nos restantes países da Europa. “*Depois de se ter atingido um valor mínimo de território arborizado (...), algures no século XIX, verificou-se um esforço considerável de arborização das zonas costeiras e serras. Tal esforço, quer a cargo de particulares quer a cargo do próprio Estado, traduziu-se num aumento considerável da área florestada em Portugal. No entanto, a floresta que foi instalada pouco ou nada tinha a ver com a floresta natural, entretanto desaparecida de quase todo o território nacional.*” (Silva et al., 2007). Esta florestação foi realizada, inicialmente, com recurso ao Pinheiro bravo, que terá sido expandido muito para além da sua área de ocorrência natural. A escolha desta espécie deveu-se às boas características da madeira e também à sua elevada rusticidade. “*Esta tendência de arborização com pinheiro bravo manteve-se durante quase todo o século XX, tendo dado origem à tão publicitada maior mancha contínua de pinhal da Europa.*” (Silva et al., 2007).

Ao olharmos para o distrito de Setúbal e, mais concretamente, para a Herdade da Comporta, deparamo-nos com uma das áreas mais arborizadas com Pinheiro bravo, a Sul do país. No fundo, pensando na presença marcante do Pinheiro bravo, nesta zona, propusemo-nos à realização de um trabalho prospectivo. Este estudo levou-nos à evolução da presença desta espécie no território, bem como à sua regressão, causada maioritariamente pelo ataque do Nemátodo da Madeira do Pinheiro. As grandes áreas contínuas e equiênias de pinheiro bravo existentes, em conjunto com a má condução do pinhal privado, promovem um ecossistema de grande risco do ponto de vista fitossanitário (Ferreira & Cabral, 1999).

A Doença da Murchidão do Pinheiro, cujo agente causal é o Nemátodo da Madeira do Pinheiro foi referenciada pela primeira vez no nosso país, na região da Marateca/Pegões, em Pinheiro bravo, no ano de 1999.

O Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP) é um organismo de quarentena para a União Europeia, que se faz transportar por um insecto vector e que tem demonstrado possuir algum potencial de mortalidade para o pinhal. O insecto vector identificado, o Longicórnio-do-pinheiro (*Monoctonus galloprovincialis*), está associado a árvores em declínio pelo que pode infectar árvores sãs com a doença ou colonizá-las com a sua descendência. Assim, com base no descrito anteriormente, foi nosso propósito alcançar uma tipologia das zonas que o NMP irá seleccionar para atacar, futuramente.

A área de intervenção onde se realizou esta análise localiza-se na Herdade da Comporta, nos povoamentos florestais de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), numa área global de, aproximadamente, 12 600 ha com cerca de 6900 ha desta tipologia florestal, no ano de 2008. Em termos de enquadramento geográfico esta área localiza-se nos concelhos de Alcácer do Sal e de Grândola, que fazem parte do distrito de Setúbal.

O trabalho que nos propusemos realizar foi dividido em quatro grupos de tarefas, de modo a um melhor planeamento. Assim, os quatro grupos de trabalho são:

### 1. Grupo I

I.1 Cartografia de Ocupação do Solo (COS) da Herdade da Comporta em 3 anos distintos, designadamente 2000, 2004 e 2008, tendo por base as fotografias aéreas, em formato *raster*, as quais foram vectorizadas, com recurso a *software* ArcView 3.3 e ArcGis 9.3;

I.2. Integração dos dados de Inventário Florestal, realizado no âmbito do Plano de Gestão Florestal da Herdade da Comporta, em 2009;

I.3. Análise, rectificação e cruzamento dos dados de erradicação, isto é, o número de árvores cortadas em quadrículas com 1 ha, definidas no âmbito do PROLUNP – Programa Nacional de Luta contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro, com vista a determinar as densidades de ocupação dos povoamentos de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) na década entre 1999 e 2009.

### 2. Grupo II

II.1. Cruzamento dos dados do Grupo I, isto é, as zonas com maior probabilidade de incidência do NMP com os seguintes dados:

- a) Variáveis silvícolas (idade das árvores, densidade, composição, entre outras);
- b) Variáveis edafo-climáticas (temperatura, precipitação, vento, geadas, solo, capacidade de uso do solo, capacidade de retenção de água);
- c) Ocorrência de incêndios florestais;
- d) Existência de outras pragas e doenças.

### 3. Grupo III

Cruzamento dos resultados obtidos até este ponto com os dados do melhoramento genético.

### 4. Grupo IV

Planeamento e implementação de parcelas de amostragem, no interior das áreas de trabalho do melhoramento genético, com o objectivo de avaliar as causas de mortalidade e confrontar, ao mesmo tempo, com a densidade do povoamento existente.

Neste documento desenvolvemos apenas os trabalhos relacionados com o grupo I, uma vez que o horizonte temporal para a sua realização não foi o suficiente para testar todos os procedimentos, deixando, desta forma, aberta a oportunidade para que o estudo/análise possa vir a ser continuado.

Assim, os objectivos que nos propusemos alcançar foram:

1. Cartografia de ocupação dos povoamentos de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta;
2. Análise da mortalidade do Pinheiro bravo;
3. Avaliação da evolução da distribuição do Pinheiro bravo face à Doença da Murchidão do Pinheiro.

Depois de alcançado este primeiro passo, poderemos aspirar à obtenção de uma área tipificada, que resultará do cruzamento da cartografia obtida com as principais condições de enquadramento, aqui apresentadas, e com outras que se mostrem relevantes. Assim, este estudo terá um maior desenvolvimento com a realização dos grupos II, III e IV, visto tratar-se de um tema relativamente recente e com grande importância, quer para a Floresta Portuguesa, quer mesmo para a Europeia. Por outro lado, com a aplicação de uma das medidas de luta – prospecção e erradicação das árvores afectadas –, obteremos, anualmente, novos dados. Estes deverão ser agregados à base de dados

produzida e, assim, estaremos a actualizar, anualmente, este trabalho e a produzir as novas tendências e realidades no que diz respeito à evolução espacial desta doença.

Esta abordagem também nos poderá levar a pensar que as árvores adultas que vão permanecendo no terreno, aparentemente sem sintomas da doença, e cuja idade estimada se prevê cerca de 50 a 60 anos, podem ter desenvolvido uma resistência à doença do NMP.

As pragas e doenças fazem parte dos ecossistemas, como o fazem os restantes elementos da fauna e flora que os constituem. Sendo esta uma realidade, não é menos verdade que a acção das pragas e outros factores bióticos de degradação pode ser e é cada vez mais responsável por importantes perdas de produtividade, podendo mesmo pôr em causa a própria existência de alguns destes sistemas.

A identificação do agente causador pode em diversos casos minimizar a sua acção e prevenir as perdas. Em diversas situações, o alerta do estado da doença pode ser dado tarde demais para se poder actuar sem que ocorra destruição das árvores afectadas. No entanto, é importante a correcta identificação do agente causal e em especial o seu modo de propagação para prevenir situações futuras.

A eficácia do controlo das pragas florestais exige um conjunto de acções prévias de monitorização da distribuição e *status* das populações que possam estar ou vir a provocar danos, permitindo elaborar um correcto diagnóstico e delinear a solução mais adequada a cada situação específica. Em diversas circunstâncias, as intervenções precipitadas têm resultados indesejáveis, designadamente a ineficácia dos tratamentos por antecipação exagerada e desencontro com o insecto alvo, ou mesmo a inadequação das intervenções e consequentes problemas fitossanitários depende da adequação do tipo de tratamento ao estágio de desenvolvimento em que a praga que queremos controlar se encontra.

É de salientar que as pragas surgem quando se altera o equilíbrio natural do agente causal e é este que se pretende readquirir através das intervenções fitossanitárias.

Um povoamento de Pinheiro bravo pode estar sujeito a inúmeros factores bióticos (pragas e doenças). No entanto, à excepção do NMP, verifica-se que, na maioria das situações os ataques destes factores não apresentam impactos muito significativos ao nível do povoamento em geral, em virtude de existir um equilíbrio entre o factor biótico e o hospedeiro.

O impacto de uma praga ou de uma doença, num povoamento florestal, depende não só do tipo de praga e/ou doença como também do tipo de estrutura do povoamento e do grau de debilidade em que este se encontra. Para a fragilidade do povoamento contribuem vários factores como o fogo, a prática de resinagem, entre outros.

No que respeita à estrutura dos povoamentos, verifica-se que a estrutura irregular é geralmente menos susceptível ao aparecimento de pragas e doenças, em virtude de estar associada a uma maior diversidade de *habitats* de predadores naturais contribuindo para que os níveis populacionais, da praga e/ou doença, se mantenham estáveis e controlados.

Os resultados produzidos derivaram do cruzamento das componentes que enunciamos seguidamente:

- I.1. Numa primeira operação realizada tivemos como suporte imagens digitais ortorectificadas produzidas após a cobertura fotográfica nos anos 2000, 2004 e 2008. Estas foram vectorizadas com o auxílio do programa ArcView 3.3 ou ArcGis 9.3, obtendo-se deste modo as Cartas de Ocupação do Solo da Herdade da Comporta para os respectivos anos.

I.2. Tendo por base os dados do inventário florestal da Herdade da Comporta, realizado no ano de 2009, e o programa ArcGis 9.3 produzimos uma carta com hipotéticas manchas de Pinheiro bravo e sua densidade;

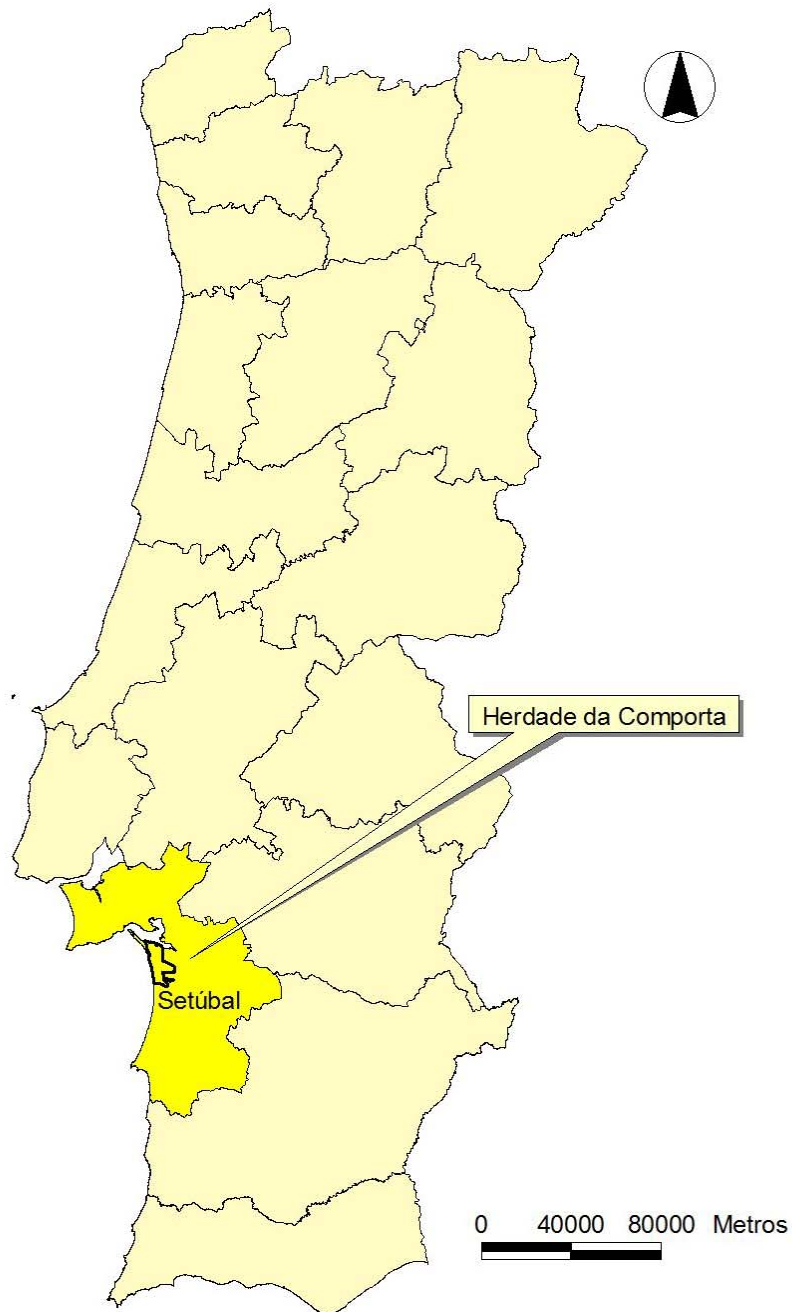
I.3. Procedemos à compilação e agregação de todos os dados de erradicação do Pinheiro bravo na Herdade da Comporta, oriundos do PROLUNP e da Herdade da Comporta;

I.4. Por último, do cruzamento dos três componentes anteriores resultou uma base de dados sobre a qual trabalhamos. Desta advieram cartas com as densidades de Pinheiro bravo desde 1999 até 2009, respectivamente.

## II. ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

### 1. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A Herdade da Comporta (HC) localiza-se no distrito de Setúbal (Figura 1) e estende-se por uma área com cerca de 12 600 ha. Esta distribui-se pelos concelhos de Alcácer do Sal e Grândola. Em termos administrativos estão representadas três freguesias: Comporta, Carvalhal e Grândola, que fazem parte dos dois concelhos enunciados anteriormente (Quadro 1).



**Figura 1** – Enquadramento Geográfico da Herdade da Comporta

Quadro 1 – Freguesias existentes na Herdade da Comporta

Concelhos	Freguesias
Alcácer do Sal	Comporta
Grândola	Carvalhal Grândola

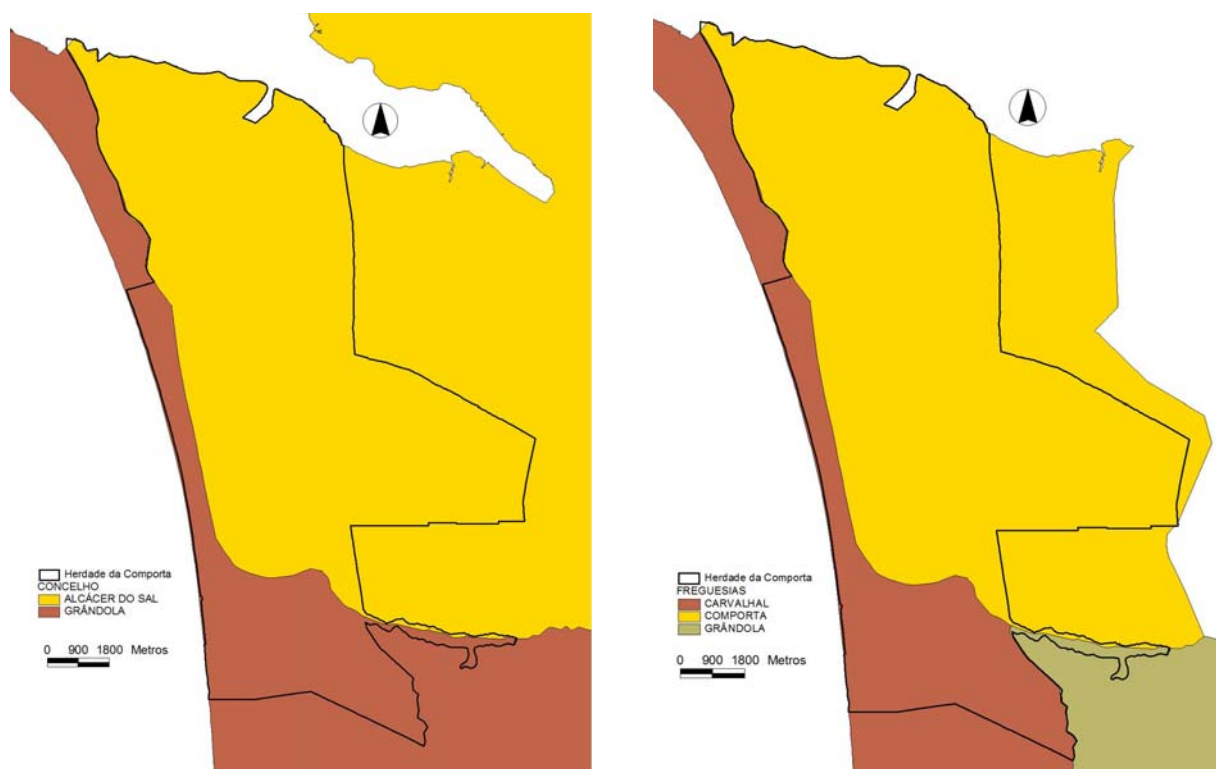


Figura 2 – Enquadramento Administrativo da Herdade da Comporta

## 2. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA

### 2.1. Clima

Clima é o conjunto de estados do tempo meteorológico<sup>1</sup> que caracteriza o meio ambiente atmosférico de uma determinada região ao longo do ano. No presente trabalho iremos fazer uma breve abordagem às duas componentes climáticas, precipitação e temperatura do ar, usadas geralmente na caracterização do clima regional.

Relativamente aos aspectos climáticos, a região onde a área de estudo está inserida apresenta uma variação bastante acentuada, no espaço, que é devida à proximidade do mar e à irregularidade da linha de costa.

#### 2.1.1. Temperatura

Numa região, a distribuição da temperatura do ar é condicionada principalmente pelos factores fisiográficos, tais como o relevo (altitude e exposição), a natureza do solo e seu revestimento e a proximidade de grandes massas de ar (Atlas do Ambiente, 1987).

A Figura 3 dá-nos indicação de que a temperatura média anual na HC variou entre os 16 e os 17,5°C, no período de 1931-1960. Por outro lado, com base nas Normais Climatológicas 1971-2000 (Figura 4), do Instituto de Meteorologia (IM), a temperatura mínima média varia entre os 4 e os 6°C, nos meses mais frios Dezembro e Janeiro, enquanto a máxima média apresenta valores acima dos 29°C e ocorre nos meses de Verão (Julho e Agosto).



**Figura 3** – Temperatura da Herdade da Comporta

Fonte: Atlas do Ambiente

<sup>1</sup> Tempo meteorológico é o tempo actual ou tempo a ser previsto pelos meteorologistas, que se estende no máximo a 15 dias.

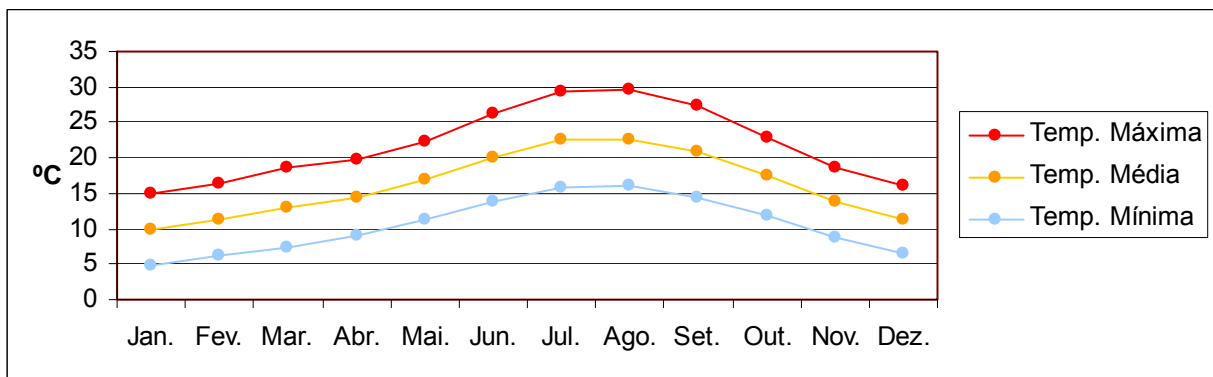


Figura 4 – Temperatura do Distrito de Setúbal no período de 1971-2000

Fonte: Instituto de Meteorologia

### 2.1.2. Precipitação

A Figura 5 indica-nos que a precipitação média anual na HC variou entre os 400 e os 500 mm anuais, no período de 1931-1960. Havendo a maior ocorrência de precipitação nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro e a quase ausência desta nos meses de Verão, isto é, em Julho e Agosto, como é possível comprovar pela Figura 6, criado a partir da Normal Climatológica 1971-2000, do Instituto de Meteorologia.

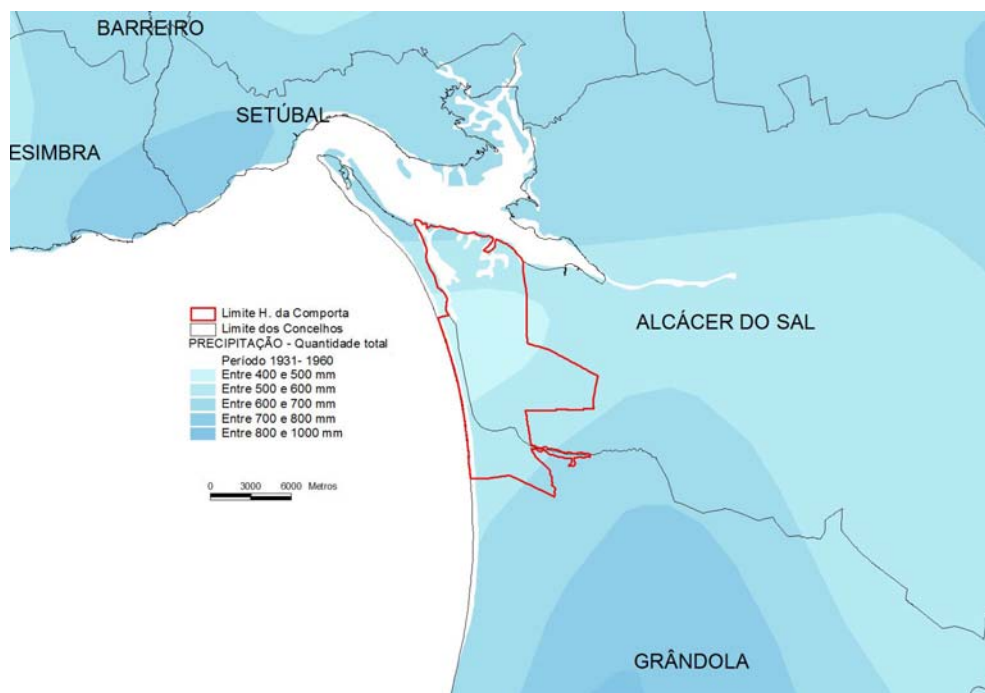
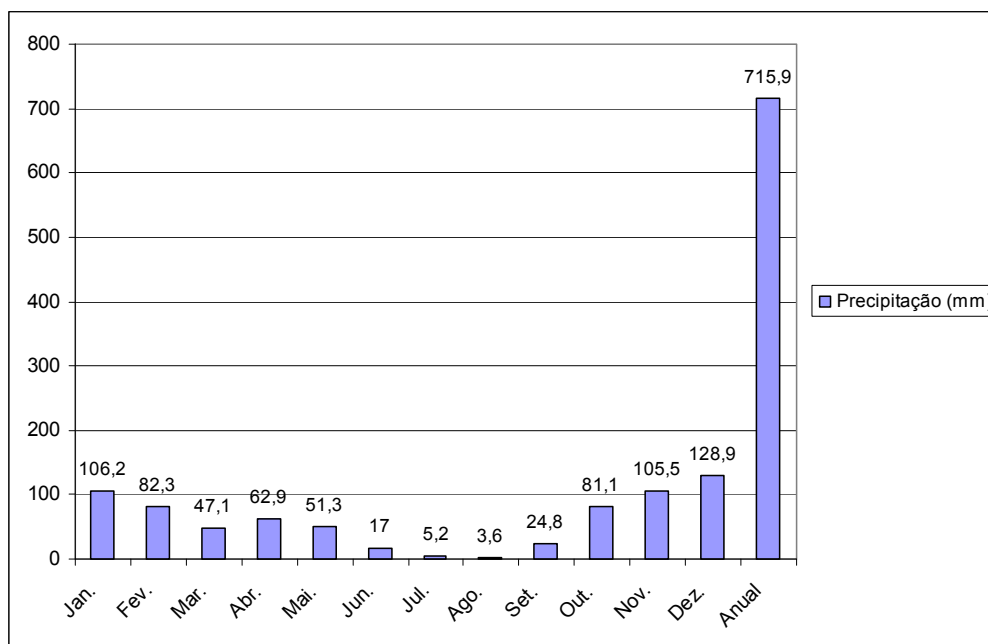


Figura 5 – Precipitação da Herdade da Comporta

Fonte: Atlas do Ambiente



**Figura 6** – Precipitação do Distrito de Setúbal no período de 1971-2000

Fonte: Instituto de Meteorologia

Com base no Atlas do Ambiente (1987), a concentração da pluviosidade, traduzida em número de dias de ocorrência de chuva por ano, na HC, varia entre os 75 e os 100 dias.

### 2.1.3. Outros Factores

A área de estudo é fortemente influenciada pela proximidade do mar, sendo o território em questão referenciado pela ocorrência de nevoeiros, designadamente:

- Nevoeiros litorais, denominados por advecção, que ocorrem em especial durante o período da manhã, mas por vezes mantêm-se durante todo o dia;
- Nevoeiros nas baixas continentais, denominados como nevoeiros de radiação, que ocorrem especialmente no Outono, Inverno e Primavera, geralmente durante a noite e de manhã cedo.

Por outro lado, no que diz respeito às geadas, a ocorrência deste fenómeno varia entre 1 a 5 dias por ano, de acordo com os dados do Atlas do Ambiente, no período de 1931 a 1960. As geadas primaveris são sem dúvida as mais perigosas, nomeadamente se ocorrerem em períodos de desenvolvimento floral foliar, dado que podem provocar a destruição de novos lançamentos, com as consequentes alterações de forma da copa e qualidade da frutificação. As geadas de Outono não costumam ser tão prejudiciais, uma vez que, no nosso clima e para as nossas espécies, os lançamentos de Verão não são tão frequentes.

### 2.2. Tipo de Solo

O solo define-se “[...] como o meio natural para o desenvolvimento das plantas terrestres, tal como se formou (solo dito *natural*), ou mais ou menos modificado como resultado da sua utilização pelo Homem. É constituído principalmente por *matéria mineral* sólida, à qual, até profundidade variável, está associada *matéria orgânica*. Pode, no entanto, ser quase desprovido de matéria orgânica ou completamente formado por esta, com muito pouca matéria mineral [...]” (Costa, 1995). Em ambos os casos existem proporções variáveis de água com substâncias dissolvidas e ar, os quais ocupam os espaços intersticiais existentes entre as partículas terrosas, e entre agregados de partículas cuja forma, dimensões, entre outras caracterizam a estrutura do solo.

Na Herdade da Comporta os solos dominantes são os podzóis e os solos podzolizados (63,3%), estando também representados os solos incipientes, halomórficos e hidromórficos (Quadro 2 e Figura 7).

De acordo com a Classificação dos Solos de Portugal, os solos incipientes são solos não evoluídos, sem horizontes genéticos claramente diferenciados, praticamente reduzidos ao material originário. O horizonte superficial é frequentemente um A, podendo haver um Ap de espessura reduzida quando existe uma acumulação de matéria orgânica.

Os solos podzolizados são solos evoluídos de perfil ABC com horizonte B espódico, que podem ser hidromórficos e não hidromórficos. Em termos gerais, as duas subordens enunciadas anteriormente caracterizam-se por serem solos podzolizados com horizonte eluvial E nítido, de cor clara e apresentando ou não sintomas de hidromorfismo, respectivamente.

Os solos halomórficos caracterizam-se por possuírem quantidades excessivas de sais solúveis. Na área em estudo, esta tipologia localiza-se na zona Norte, onde há uma grande proximidade com a água salina e também salobra. Por último, os solos hidromórficos definem-se como aqueles que estão sujeitos a encharcamento temporário ou permanente, o que provoca intensos fenómenos de redução em todo ou em parte do seu perfil.

Quadro 2 – Tipos de Solo da Herdade da Comporta

Código	Tipo	Área (ha)	% Total
Pz	Solos Podzolizados - Podzóis, (Não Hidromórficos), Com Surraipa, com A2 bem desenvolvido, de areias ou arenitos	6230,34	49,54
Assa (h,i)	Solos Halomórficos - Solos Salinos, de Salinidade Elevada, de Aluviões, de textura pesada, calcários	1851,37	14,72
Ap	Solos Podzolizados - Podzóis (Não Hidromórficos), Sem Surraipa, Normais, de areias ou arenitos	1470,97	11,79
Ap(a)		11,64	
Rg	Solos Incipientes - Regossolos Psamíticos, Normais, não húmidos	681,19	5,42
Asa (h)	Solos Halomórficos - Solos Salinos, de Salinidade Moderada, de Aluviões, de textura pesada	680,90	5,41
Sp	Solos Orgânicos Hidromórficos - Solos Turfosos com Materiais Sápricos, sobre materiais arenosos	64,30	0,51
Sp(a)		390,10	3,10
Spg(a)	Solos Orgânicos Hidromórficos - Solos Turfosos com Materiais Sápricos, sobre materiais argilosos	274,20	2,18
Pzh	Solos Podzolizados - Podzóis, Hidromórficos, Com Surraipa, de areias ou arenitos	188,20	1,50
Rgc	Solos Incipientes - Regossolos Psamíticos, Para-Hidromórficos, húmidos cultivados	22,75	0,66
Rgc(a)		60,40	
Aph	Solos Podzolizados - Podzóis Hidromórficos, Sem Surraipa, de areias ou arenitos	59,46	0,47
Sg	Solos Hidromórficos, Sem Horizonte Eluvial, Para-Regossolos, de rochas detríticas arenáceas	5,49	0,04
ASoc	Áreas Sociais	585,17	4,65

Fonte: Nota Explicativa da Carta de Solos de Portugal, 1999

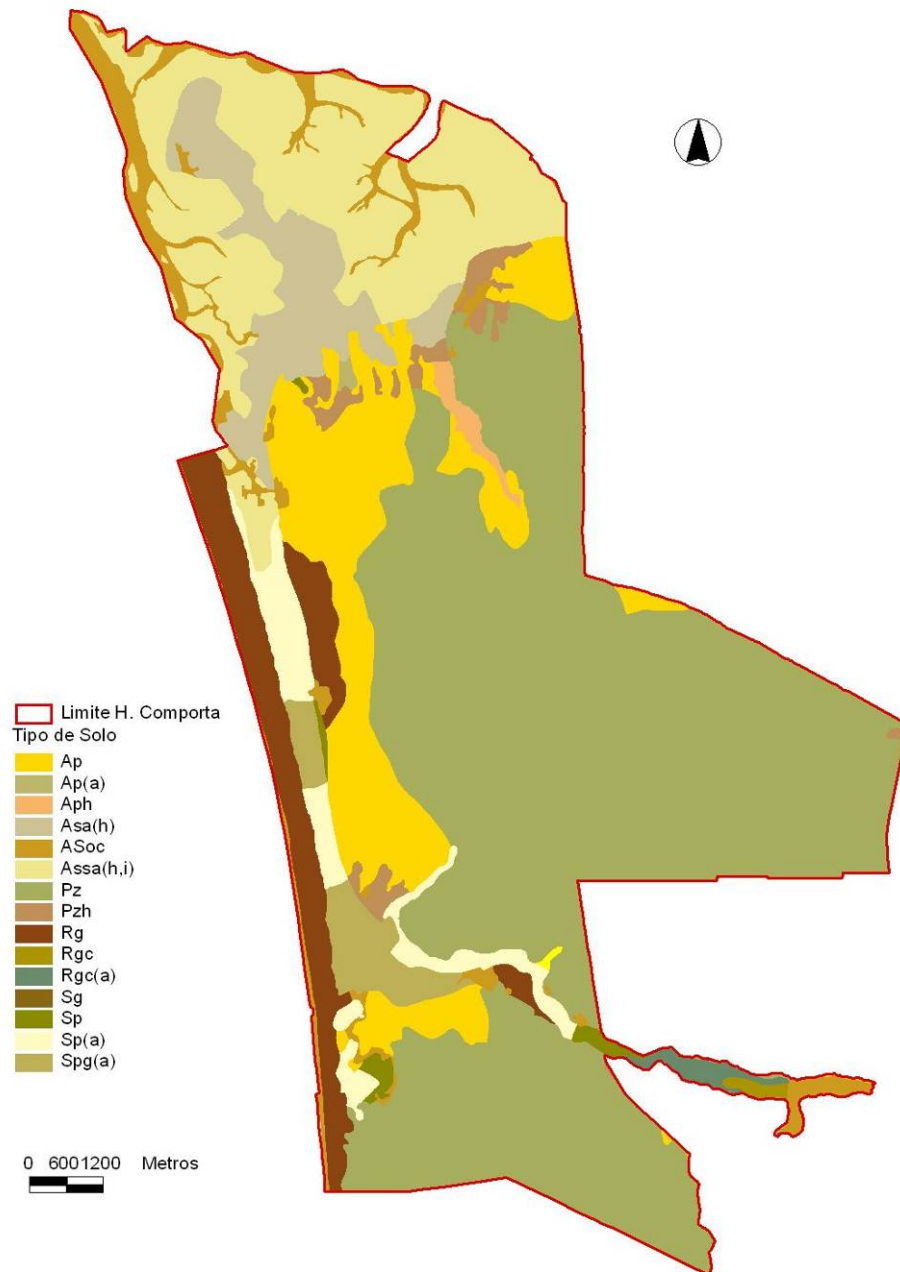


Figura 7 – Tipo de Solos da Herdade da Comporta

### 2.3. Capacidade de Uso do Solo

Segundo o SROA (Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário), entende-se a Carta de Capacidade de Uso como sendo uma interpretação da carta de solos em que estes são agrupados consoante as suas potencialidades e limitações, ou seja, segundo a capacidade para suportarem sem grandes deteriorações as culturas durante um período de tempo bastante longo. Entende-se por classe um agrupamento de solos que apresentam o mesmo grau de limitações e/ou riscos de deterioração semelhantes que afectam o seu uso durante um período de tempo longo. Esta classificação baseia-se

fundamentalmente na resposta do solo à exploração e na influência do clima e das características e qualidades permanentes a essas respostas.

Na Herdade da Comporta a classe E é a predominante (Quadro 3), seguindo-se a D e C (Figura 8 e 9). Com base nesta análise podemos concluir que existe uma forte inviabilidade de usos agrícolas e de pastagens, devendo valorizar-se e impulsionar o aproveitamento florestal, com tendência para arbustiva ou matos.

**Quadro 3 – Capacidade de Uso do Solo da Herdade da Comporta**

Classe	Subclasses	Características principais da Classe	Área (ha)	% Total
E	Es	– Limitações muito severas; – Riscos de erosão muito elevados; – Não susceptíveis de utilização agrícola;	4125,07	32,80
	Ee	– Severa a muito severas limitações para pastagens e exploração florestal; – Ou servindo apenas para vegetação natural, floresta de protecção ou de recuperação;	3363,72	26,74
	Eh	– Ou não susceptível de qualquer utilização.	1792,60	14,25
D	Ds	– Limitações severas; – Riscos de erosão no máximo elevados a muito elevados; – Não susceptíveis de utilização agrícola, salvo casos muito especiais;	893,60	7,10
	Dh	– Poucas ou moderadas limitações para pastagens, e exploração de matos e exploração florestal.	59,46	0,47
C	Ch	– Limitações acentuadas; – Riscos de erosão no máximo elevados; – Não susceptíveis de utilização agrícola, salvo casos muito especiais;	850,65	6,76
	Cs	– Poucas ou moderadas limitações para pastagens, e exploração de matos e exploração florestal.	738,79	5,87
B	Bh	– Limitações moderadas;	3,66	0,03
	Bs	– Riscos de erosão no máximo moderados; – Susceptível de utilização agrícola moderadamente intensiva.	163,70	1,30
ASoc		Áreas Sociais	585,17	4,65

Fases: e – erosão e escoamento superficial; h – excesso de água; s – limitações do solo na zona radicular.

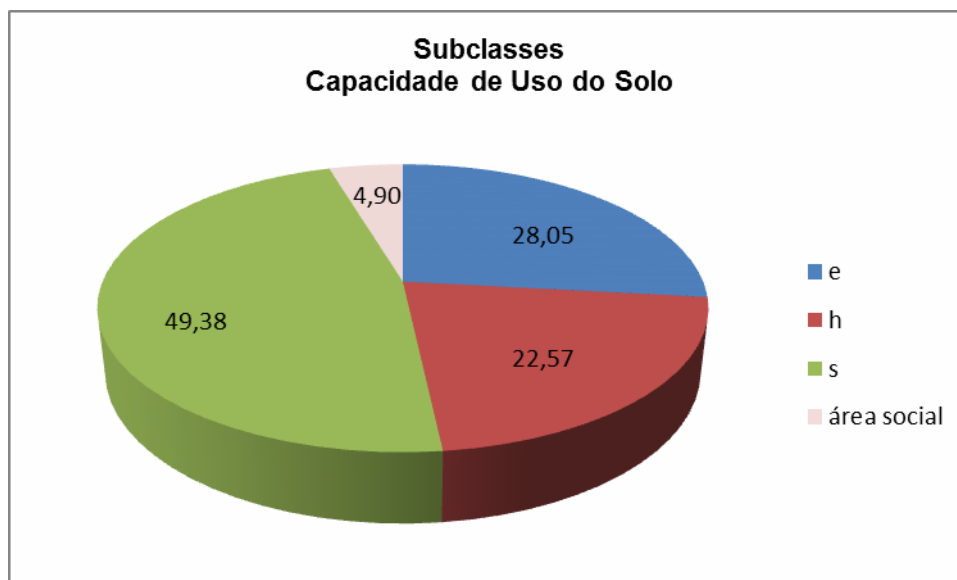
Na área em análise ocorrem as três subclasses, que se designam pelas letras **e**, **h** e **s** e definem os grupos de solos de uma mesma classe que apresentam o mesmo tipo de limitação. Assim:

Subclasse **e** – Erosão e Escorrimento Superficial – constituída pelo conjunto de solos de uma classe em que os riscos ou efeitos da erosão constituam o factor dominante das limitações (o risco de erosão, e em certos casos, o grau de erosão são os principais factores a considerar para a inclusão dos solos nesta subclasse).

Subclasse **h** – Excesso de água – inclui os solos em que o excesso de água constitui o principal factor dominante da sua utilização ou condicionador dos riscos a que o solo está sujeito (uma drenagem pobre resultante quer de permeabilidade lenta, quer de um nível freático elevado e a uma frequência de inundações são os principais factores dominantes de um excesso de água no solo).

Subclasse **s** – Limitações do solo na zona radicular – os principais factores que determinam estas limitações são a espessura efectiva, a secura aliada à baixa capacidade de água utilizável, a baixa fertilidade difícil de corrigir ou uma resposta pouco favorável aos fertilizantes, salinidade, alcalinidade, entre outros.

Podemos observar através da Figura 8 a representatividade das subclasses que ocorrem na Herdade da Comporta.



**Figura 8** – Representatividade das subclasses da Capacidade de Uso do Solo

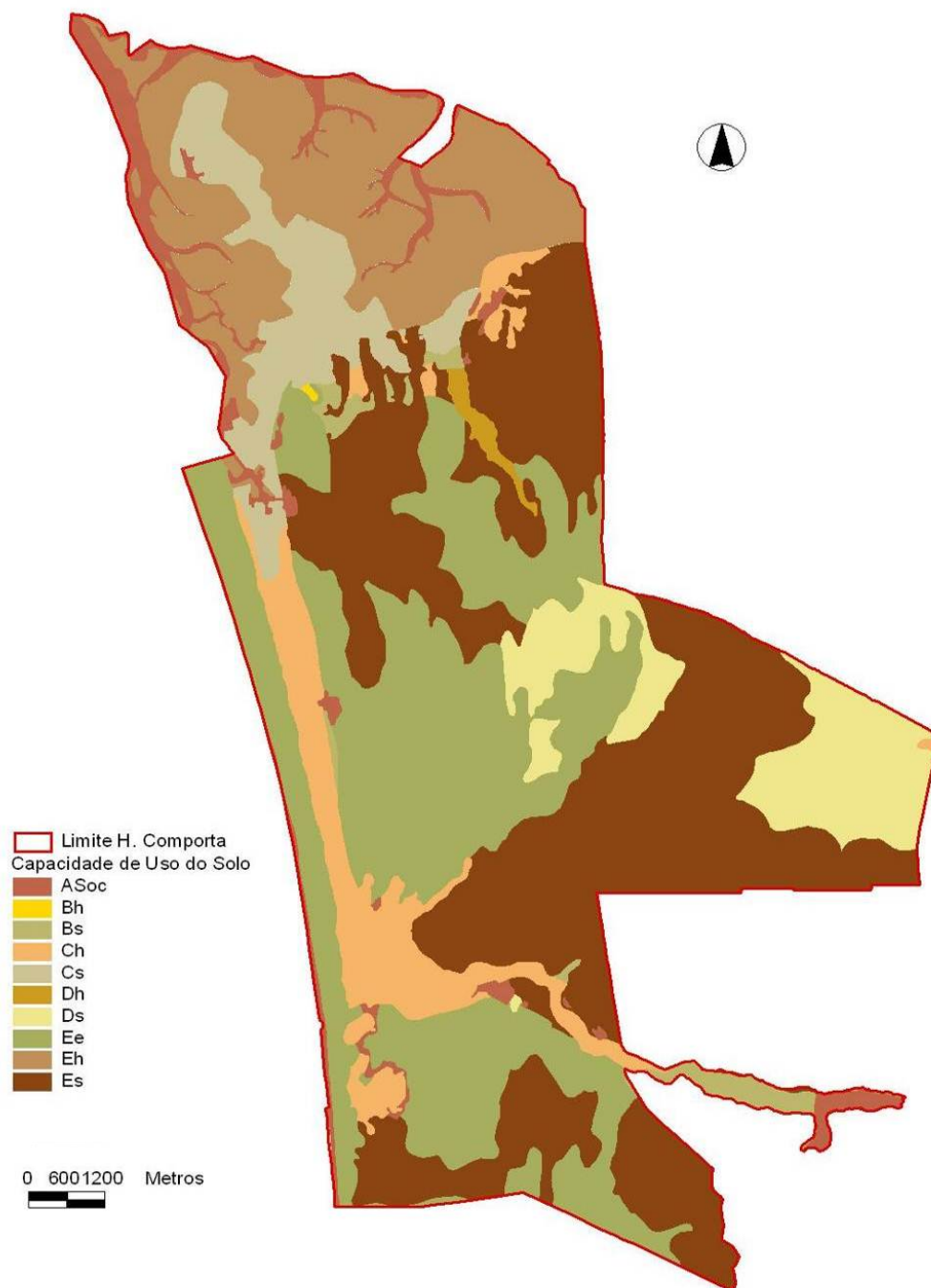


Figura 9 – Capacidade de Usos do Solo da Herdade da Comporta

### 3. MORFOLOGIA DA PAISAGEM

#### 3.1. Altimetria

A Herdade da Comporta encontra-se na sua totalidade ao nível basal (0-400 m), sendo a cota mais alta de 82 m, localizando-se esta junto ao limite Sul da propriedade. Na Figura 10 está representada a distribuição das curvas de nível, de 10 em 10 metros, que caracterizam a altimetria da Herdade da Comporta.

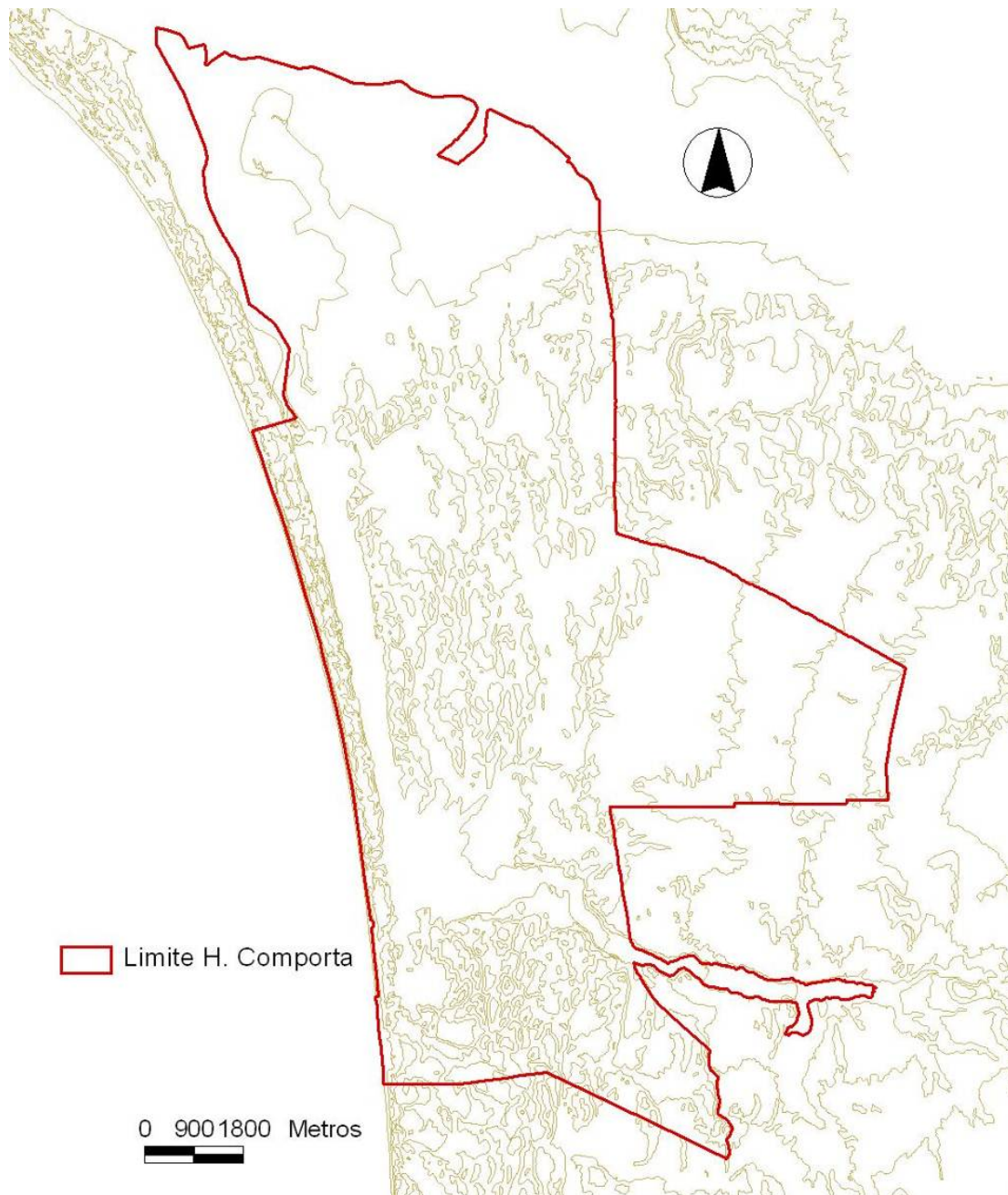


Figura 10 – Altimetria da Herdade da Comporta

### 3.2. Hipsometria

A carta hipsométrica da HC (Figura 11) e zona envolvente foi elaborada com base nas curvas de nível de 10 em 10 metros, representadas na Figura 10, tendo sido definidas 9 classes de altimetria entre os 0 e os 130 m, correspondendo os intervalos entre os 14 e os 15 m, consoante as classes.

Pela observação cartográfica é possível verificar que a diferença de cotas altimétricas existentes na área de estudo ocorre entre o nível do mar e a cota dos 75 metros, a qual se enquadra numa zona orográfica pouco complexa. A análise do modelado do terreno permite identificar situações limitantes, tais como a existência de riscos de erosão ou de alagamento ou a exposição a ventos fortes, e ainda avaliar melhor as possibilidades de mecanização das operações florestais.

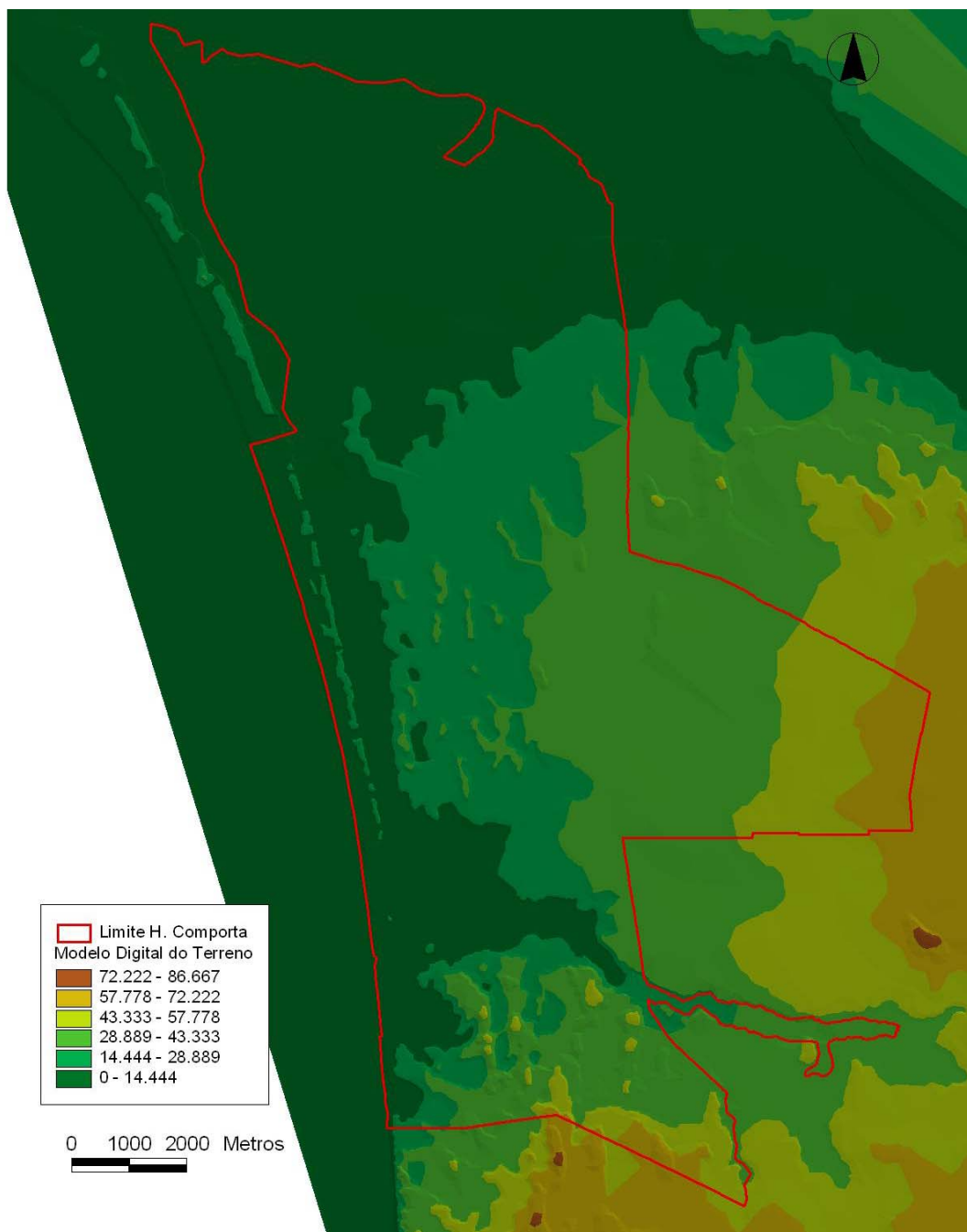


Figura 11 – Hipsometria da Herdade da Comporta

### 3.3. Declives

A carta de declives (Figura 12) foi elaborada sobre a altimetria, tendo sido definidas 5 classes entre os 0 e os 47%, que correspondem a intervalos entre os 9 e os 10 m, respectivamente. Pelo Quadro 4 é possível visualizar a representatividade das diferentes classes de declive na HC.

O declive é uma das componentes mais importantes, que está directamente relacionada com o risco de erosão e com a possibilidade de mecanizar os trabalhos. Salientamos o facto de o risco de erosão não ser exclusivo dos grandes declives, este pode ocorrer em solos com fraco declive, devido à inexistência de coberto vegetal permanente e do regime de precipitação.

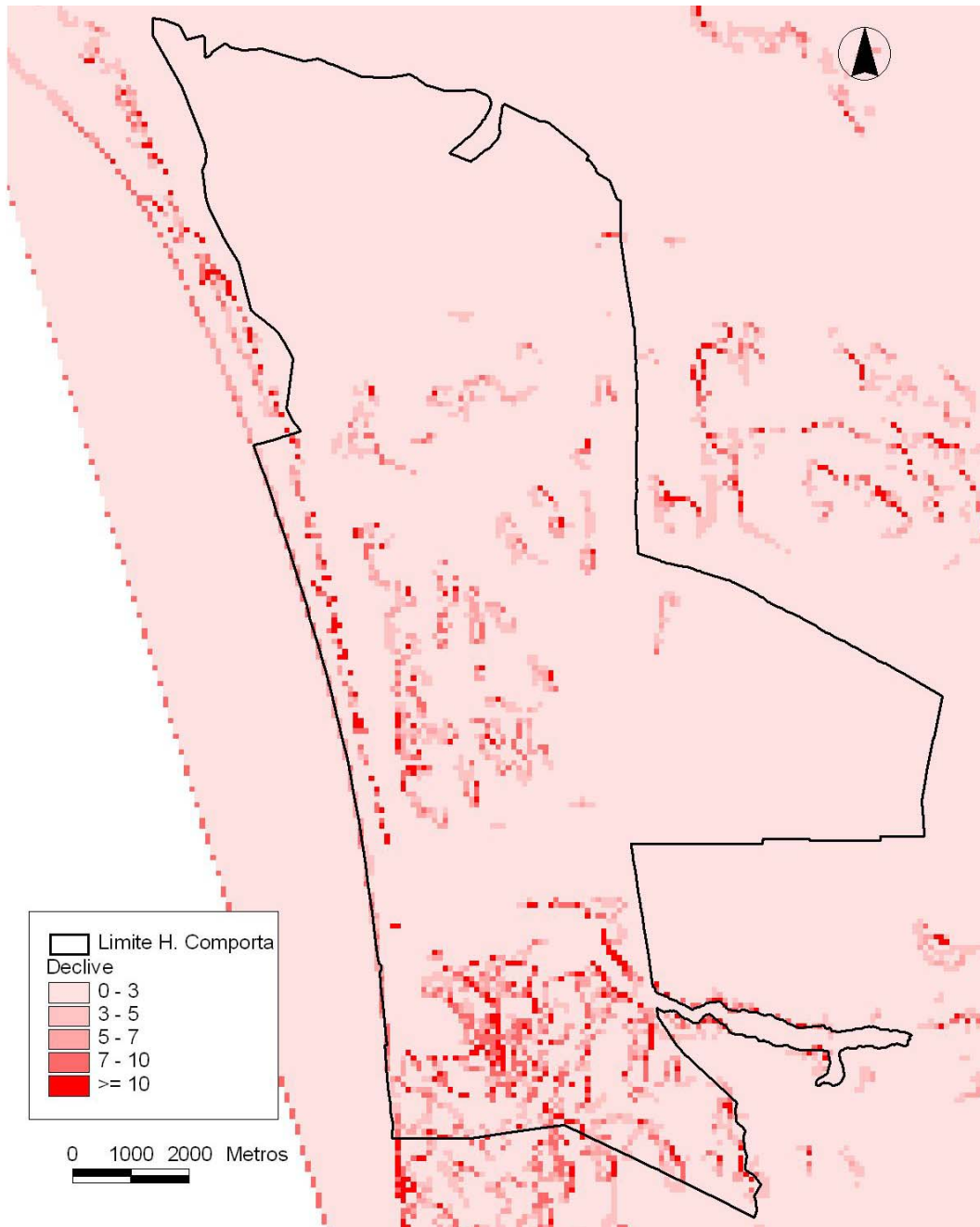


Figura 12 – Declives da Herdade da Comporta

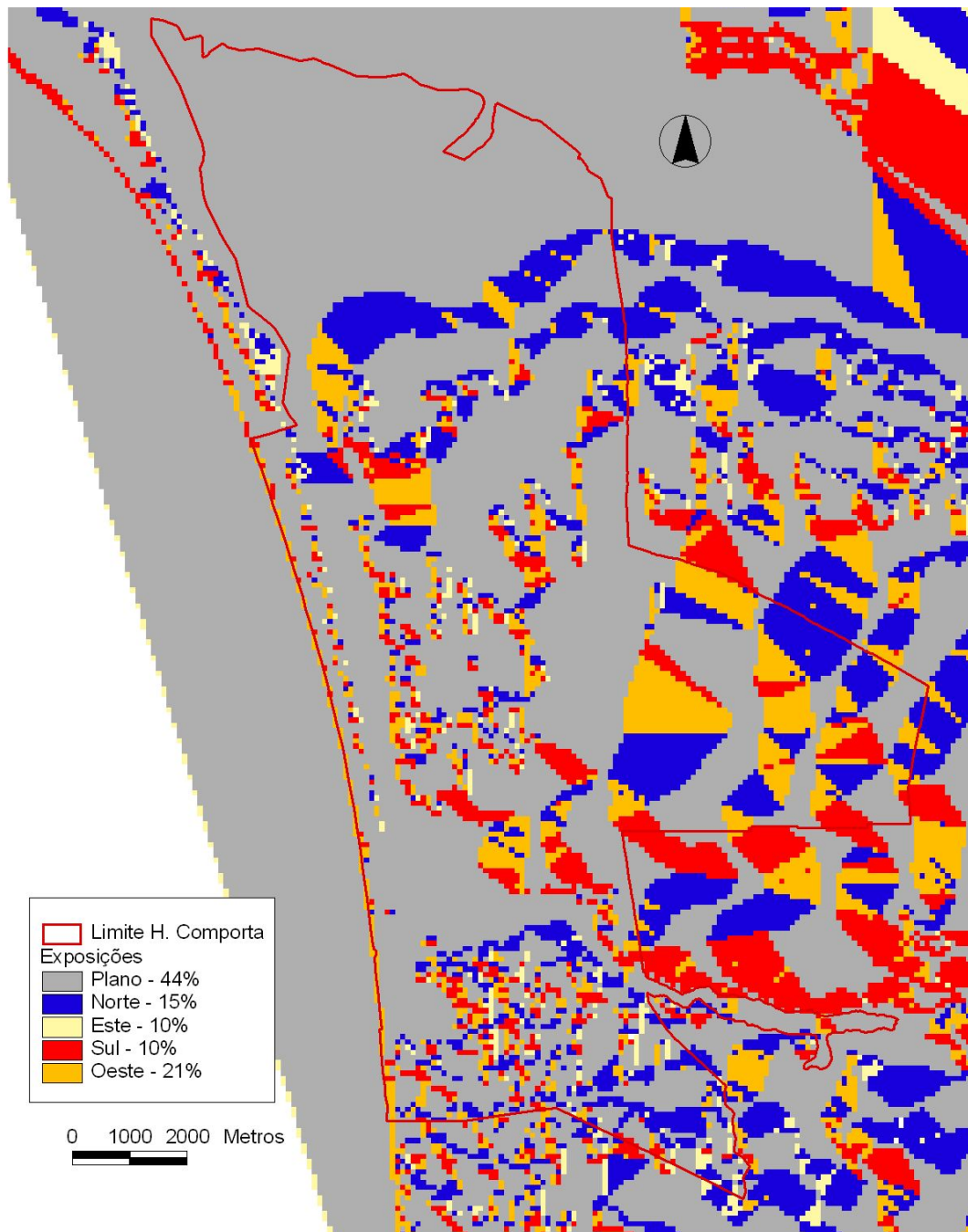
Quadro 4 – Classe de Declive na Herdade da Comporta

Classe de Declives (%)	Ocorrência (%)
0-3	62,5
3-5	20,7
5-7	6,7
7-10	5,7
≥ 10	5,3

### 3.4. Exposições

A carta de exposições foi elaborada sobre a planta de altimetria, tal como a de declives. A exposição do terreno é relevante na medida em que determina as condições climáticas locais, nomeadamente a qualidade e quantidade de incidência de luz solar, humidade do ar e do solo, determinando as aptidões de usos do solo.

Com base na Figura 13 verificamos que a exposição Plano é a mais representativa (44%), seguindo-se a Oeste (21%) e a Norte (15%), que se caracterizam por serem mais frias e húmidas, ao contrário da Sul (10%) e Este (10%) que se distinguem por serem quentes e secas.



**Figura 13** – Exposições da Herdade da Comporta

### 3.5. Geomorfologia

Em termos geológicos, a região onde se enquadra a área de estudo tem um predomínio das rochas detríticas, devido à Bacia Sedimentar Tejo-Sado. As formações aluviais, que correspondem ao troço do Sado, seus afluentes e zonas inundáveis (Figura 15), são outras das constituintes geológicas que ocorrem na HC. Por último, as formações dunares (gabros e dioritos) estendem-se desde Tróia até Sines.

Em resumo, do ponto de vista geolítico (Figura 14), na área de estudo dominam:

- Amplamente as formações sedimentares Plio-Plistocénicas, com areias, calhaus rolados, arenitos pouco consolidados e argilas muito pontualmente;
- Pontualmente, ocorrem em pequenas manchas de constituições também sedimentares da Formação da Marateca (Miocénico superior), com areia, arenitos argilosos, argilas e alguns conglomerados;
- Numa pequena faixa, que acompanha o vale da Comporta, ocorrem formações Holocénicas de aluviões, as quais são ocupadas por hortas.

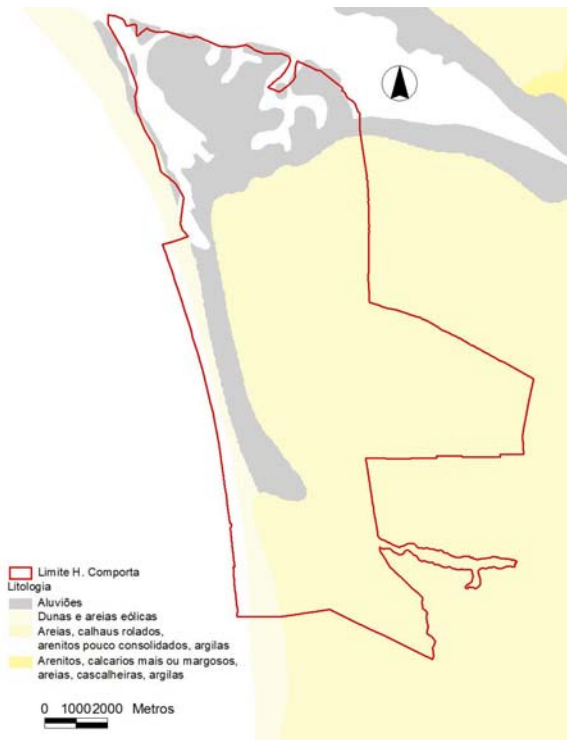


Figura 14 – Litologia da Herdade da Comporta

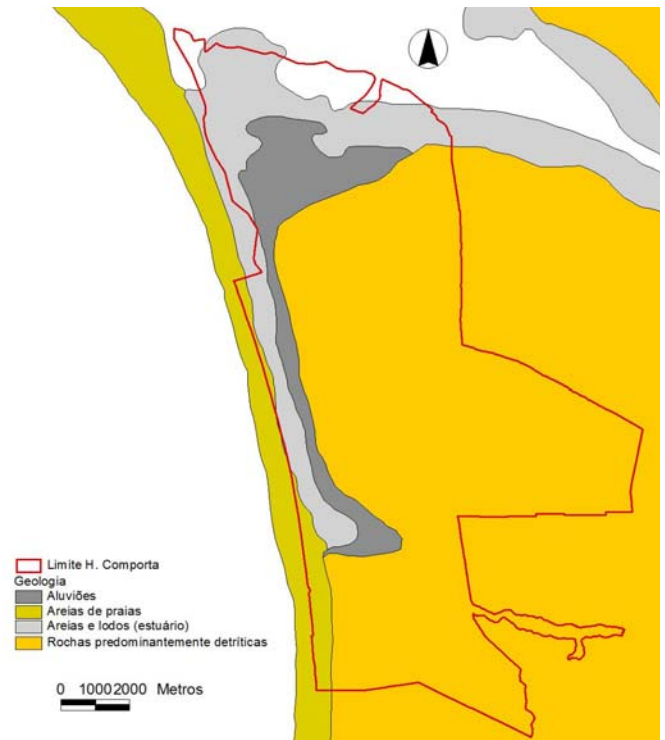


Figura 15 – Geologia da Herdade da Comporta

### 3.6. Bacias e Linhas de Água

A bacia hidrográfica do Sado domina praticamente toda a área da HC (Figura 16), encaixando-se também numa grande fracção do distrito de Setúbal.

No Distrito de Setúbal os principais afluentes do Sado são, de montante para jusante:

- Na margem direita são as ribeiras do Roxo, Figueira, Odivelas, Xarrama, Algalé, Santa Catarina (com as de S. Cristóvão e das Alcáçovas), S. Martinho e Marateca;
- Na margem esquerda são as ribeiras de Campilhas, Corona, Grândola e Comporta.

Para além da bacia hidrográfica do Sado, na área de estudo existe uma pequena franja ocidental de pequenas ribeiras, que drenam directamente para o Atlântico, em boa parte através de lagunas características. Por outro lado, destaca-se o Açude de Vale de Coelhoiros.

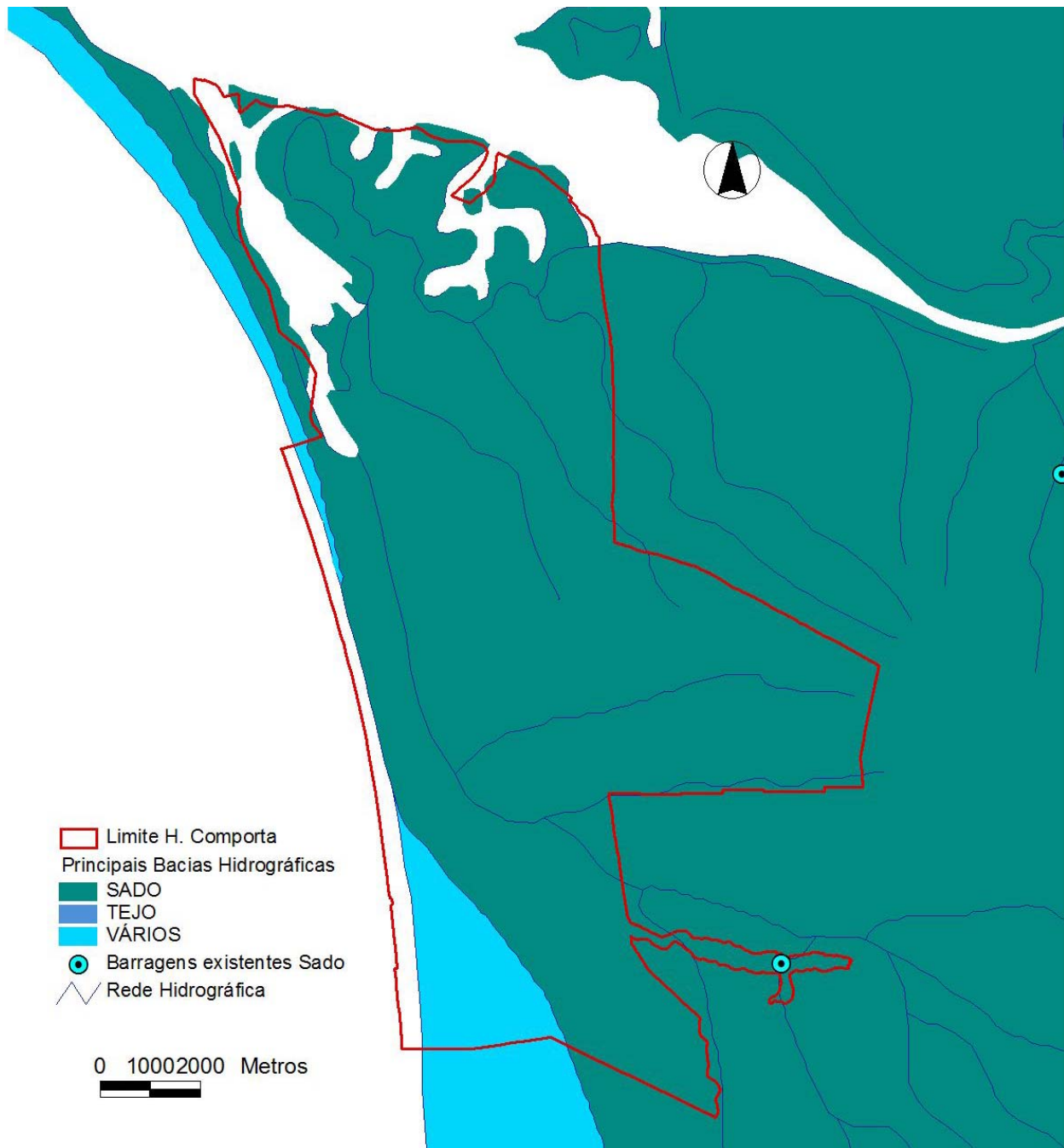


Figura 16 – Hidrologia da Herdade da Comporta

### 3.7. Fitogeografia

A Biogeografia é um ramo da Geografia que tem como objectivo a distribuição dos seres vivos na Terra, relacionando o meio físico com o biológico, servindo-se da informação gerada pela Corologia, Geologia, Bioclimatologia e Fitossociologia, onde se integra a Fitogeografia.

Segundo Rivas-Martinez (1990) e Costa *et al.* (1998), a área em análise insere-se na globalidade no reino Holártico, região Mediterrânica, sub-região Mediterrânea Ocidental e superprovíncia Mediterrânea Ibero-Atlântica, mais detalhadamente em 3 unidades distintas: na província Gabitano-Onubo-

Algarviense, sector Ribatagano-Sadense e superdistrito Sadense – unidade 4B2. Segundo Franco (2000), a área em referência enquadra-se na zona fitogeográfica do Sudoeste Setentrional.

As condições físicas do território regional, com especial destaque para as características geomorfológicas, climáticas e pedológicas, determinam a definição de sistemas homogéneos – zonas ecológicas – a que correspondem reais ou potenciais ocorrências de plantas indicadoras e características. Com base nestes princípios, Albuquerque (1982) enquadra a nossa área de estudo (Figura 17) na zona fitoclimática, isto é, zona ecológica caracterizada pelo clima e pela vegetação, Atlantemediterrânea-submediterrânea (AM.SM). Em termos edafo-climáticos, ou seja, zonas ecológicas onde para além do clima são ainda significativas as influências pedológicas e hidrológicas, a HC situa-se na Psamo-Atlante-Mediterrânea (pAM) e Aluvio-Mediterrânea (aM).

Estas zonas têm como espécies indicadoras *Pinus pinea* (zonas pAM e AM.SM), *Pinus pinaster* (Zonas pAM e AM.SM), *Olea europaea* var. *sylvestris* (zona AM.SM), *Quercus faginea* (zona AM.SM) e *Quercus suber* (zona AM.SM).

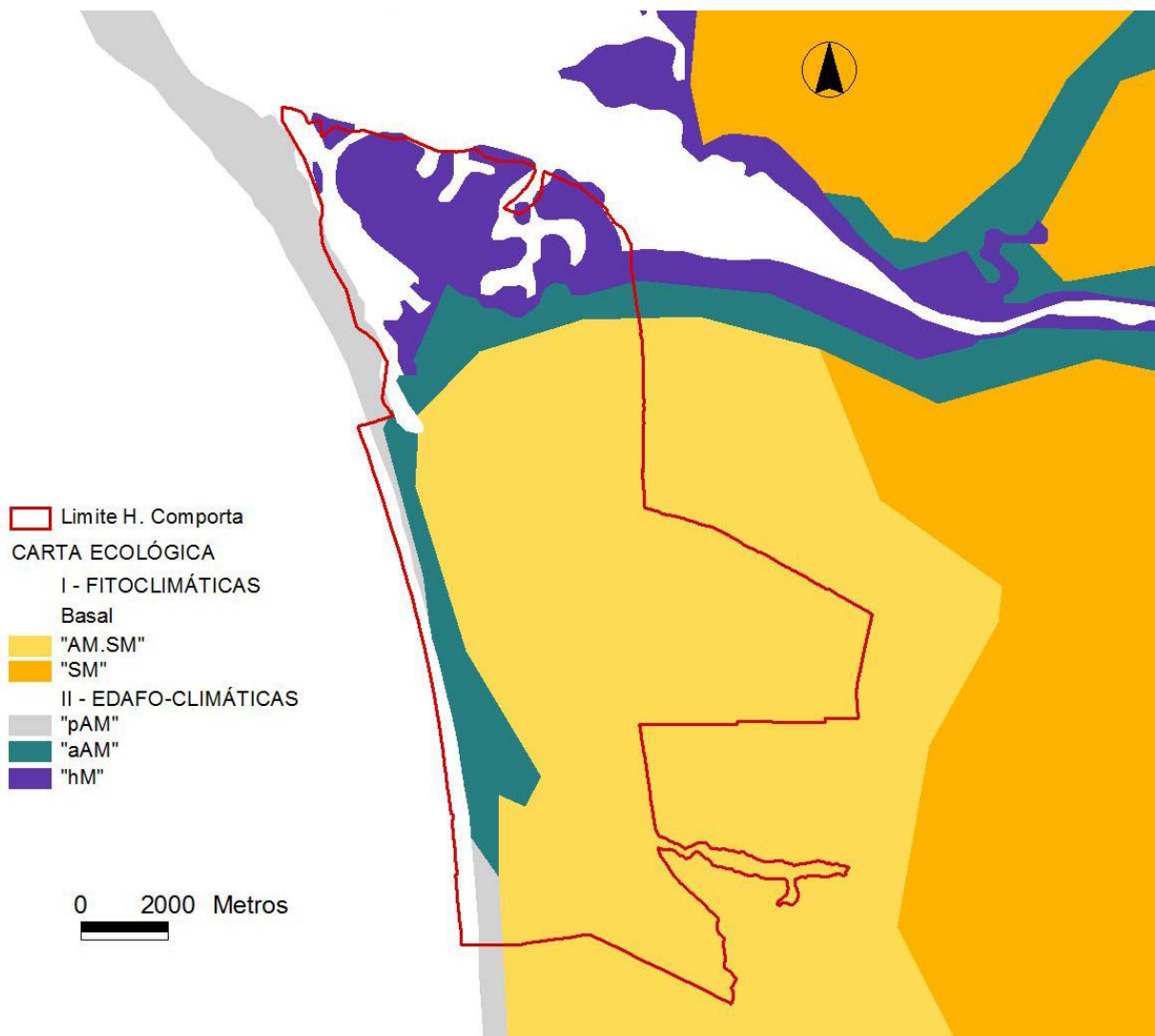


Figura 17 – Zona ecológica da Herdade da Comporta

#### 4. UNIDADES DE PAISAGEM

A região onde se insere a Herdade da Comporta, de acordo com Manique e Albuquerque (1982) caracteriza-se por integrar as seguintes Regiões Naturais / Tipos de Paisagem:

1. Dunas litorais;
2. Rios, lagoas e albufeiras;
3. Formações lagunares e sapais;
4. Gândara com tojal;
5. Charneca com mata baixa durifólia;
6. Lezíria e regadios mediterrâneos;
7. Áreas de policultura submediterrânea;
8. Montado.

A Figura 18 traduz a localização das tipologias enunciadas anteriormente, na Herdade da Comporta.

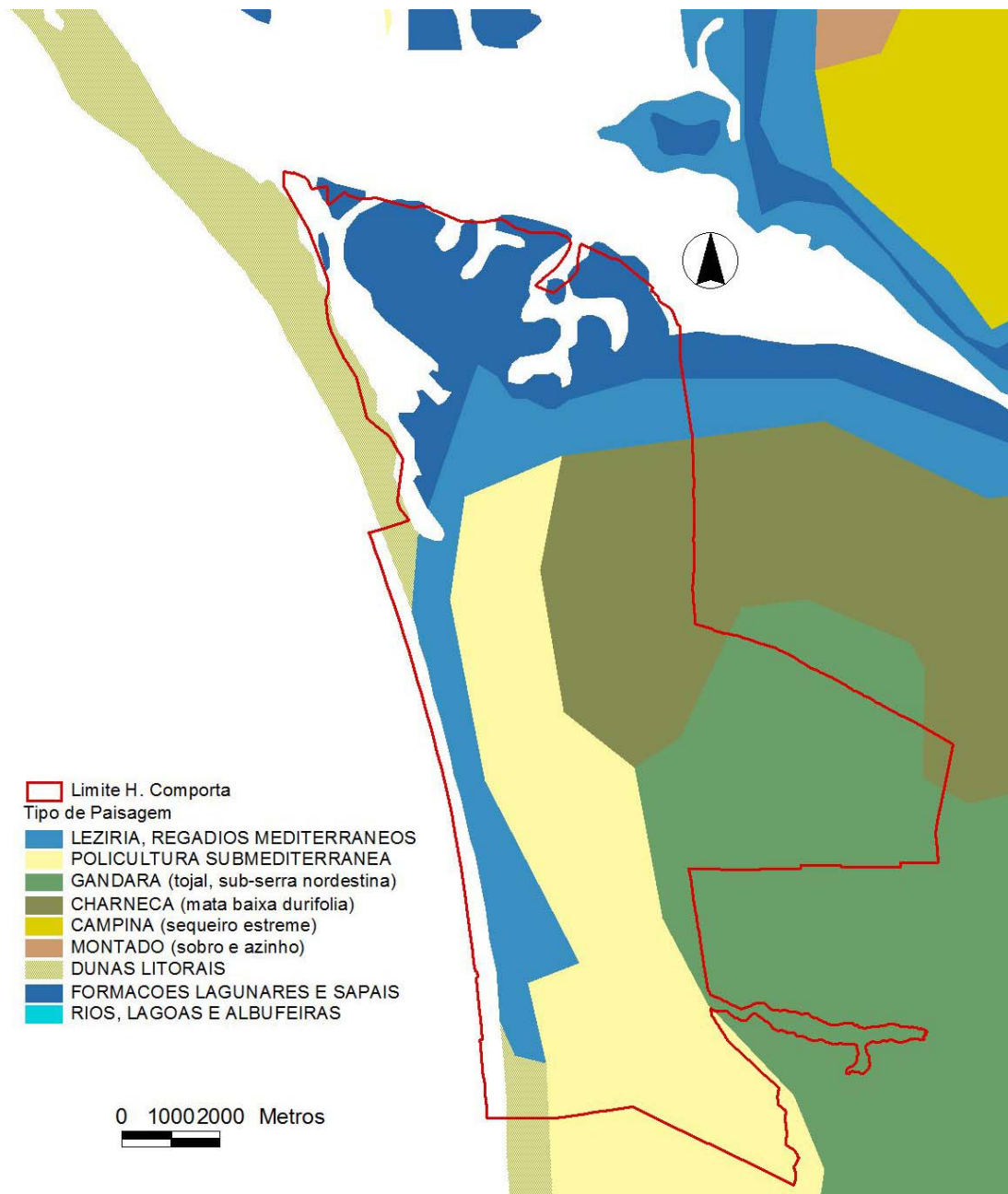


Figura 18 – Unidades de Paisagem da Herdade da Comporta

## 5. INCÊNDIOS FLORESTAIS

“O entrelaçar de influências mediterrâneas e atlânticas” segundo Orlando Ribeiro há mais de 50 anos foi o principal factor das dinâmicas florestais. Sendo o fogo parte integrante dos ecossistemas mediterrâneo, estes encontram nele um factor ecológico da sua evolução. O início do uso do fogo é imagem de um passado longínquo onde os primeiros pastores e agricultores o utilizavam para a limpeza dos seus terrenos.

Actualmente, o fogo tem uma conotação bastante negativa na nossa sociedade, na medida em que está associado à destruição de vastas áreas de floresta, matagais e campos agrícolas. Contudo, importa fazer uma distinção, isto é, entre os termos fogo e incêndio, já que o primeiro é um termo genérico que

se aplica às combustões com chama de um modo geral, ao passo que o segundo se aplica apenas a combustões não controladas.

No caso da área de estudo os incêndios são um factor que, aliado a outros, acelera a debilidade dos povoamentos e, conseqüentemente, promove um aumento dos ataques de pragas e doenças.

De acordo com os dados da AFN e da Herdade da Comporta, entre 1990 e 2010, na HC ocorreram apenas três incêndios florestais, sendo o do ano transacto o que apresenta maior extensão de área ardida, cerca de 1070 ha, como é possível comprovar na Figura 19.

Com base na informação digital do CRIF de Setúbal, podemos concluir que as classes de risco de incêndio da HC variam entre o risco muito baixo e o potencialmente elevado (Figura 20), sendo o risco elevado o mais representativo, cerca de 45,37% da área total, seguindo-se o muito elevado com cerca de 16,36%.

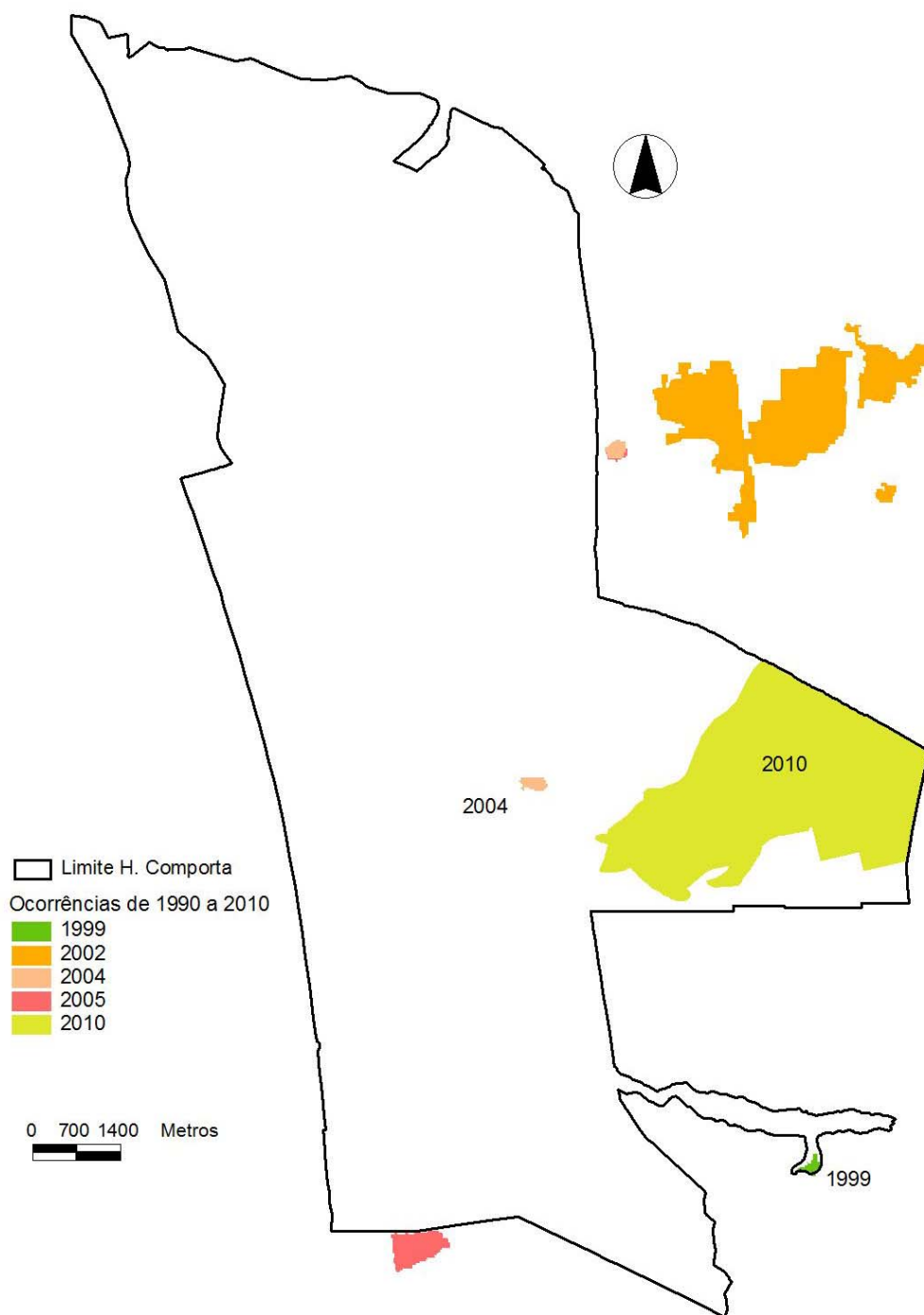


Figura 19 – Incêndios entre 1990 e 2010 da Herdade da Comporta

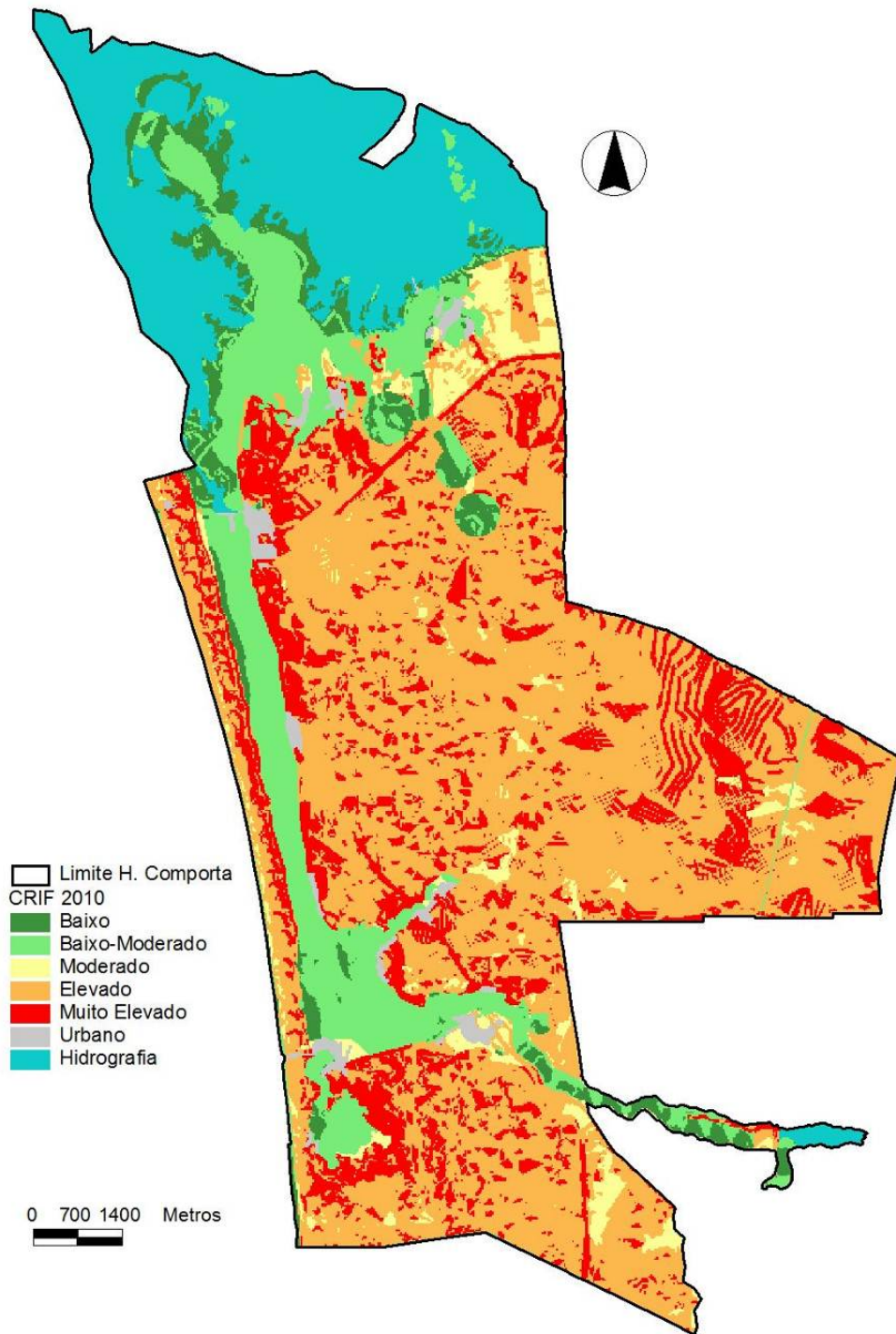


Figura 20 – Risco de Incêndio Florestal na Herdade da Comporta

## 6. PRAGAS E DOENÇAS DO PINHAL

As pragas e doenças fazem parte dos ecossistemas florestais, tal como os restantes elementos da fauna e flora que os constituem. A acção das pragas e outros factores bióticos de degradação pode ser e é cada vez mais responsável por grandes perdas de produtividade, podendo mesmo pôr em causa a própria existência de alguns destes sistemas.

Na área de estudo, os povoamentos de Pinheiro bravo apresentam a investida, de forma mais notória, dos seguintes agentes bióticos:

- Nemátodo da Madeira do Pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle et al.);
- Processionária do Pinheiro (*Thaumetopoea pitycampae* Schiff);
- Insectos escolitídeos sub-corticais (*Coleoptera*, *Scolytidae*);
- Torcedoura (*Rhyacionia buoliana*).

### 6.1. Nemátodo da Madeira do Pinheiro

Em 1999 na Península de Setúbal aconteceu algo que provocou uma alteração drástica no equilíbrio populacional do insecto de nome capricórnio ou longicórnio-do-pinheiro que, conseqüentemente, teve impacto nos pinhais existentes na região.

O comércio internacional de bens, que teve como destino o porto de Setúbal, difundiu a introdução de uma nova ameaça para os pinhais bravos de Portugal – o Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP). O NMP é um verme microscópico que mede cerca de 1 mm de comprimento e tem como nome científico *Bursaphelenchus xylophilus*. Este verme encontra-se, desde 1986, na lista da A1 da EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*), o que implica a restrição da comercialização internacional de produtos derivados da madeira de florestas das zonas onde este organismo existe.

Nos anos anteriores à detecção do NMP, ocorreram dois acontecimentos que levaram ao acréscimo da chegada de material proveniente do Médio Oriente, designadamente a passagem de Macau para a administração chinesa, que implicou o retorno de muitos portugueses aí radicados, e a Expo 98.

Coloca-se assim a hipótese de que o material lenhoso infectado pelo NMP possa ter sido descarregado no porto de Setúbal.

Trata-se de um agente nativo da América do Norte, ocorrendo designadamente nos Estados Unidos da América e no Canadá, “onde se encontra em equilíbrio com as árvores hospedeiras autóctones” (Dwinell, 1997). Contudo, as rotas comerciais potenciaram a introdução acidental deste agente em diversos países do Extremo Oriente, primeiramente no Japão e, depois, na China, Taiwan e Coreia do Sul. A Doença da Murchidão do Pinheiro foi referenciada pela primeira vez em Portugal, em 1999, na zona da Marateca/Pegões, concelho de Palmela, em Pinheiro bravo (Mota et al., 1999). Na Primavera de 2008 foi descoberto na zona centro do país, mais concretamente no distrito de Coimbra (região da Lousã e Arganil) e, mais recentemente, foi detectado em Espanha, na Galiza e na Estremadura.

O seu ataque ocorre nas coníferas, principalmente no género *Pinus* (pinheiros). Na América do Norte, as espécies introduzidas são mais susceptíveis designadamente o *Pinus banksiana*, *Pinus echinata* e o *Pinus elliottii*, as restantes mostram sinais de serem resistentes. No continente asiático, o NMP provoca elevadas mortalidades, afectando principalmente as espécies de *P. densiflora* e *P. thunbergii*. Para além dos pinheiros, alguns abetos, cedros e larícios também são susceptíveis à acção do NMP. Em Portugal, este agente foi encontrado apenas em Pinheiro bravo (DGRF, 2003).

Não existem sintomas específicos do ataque do NMP. Em termos gerais, a árvore apresenta diminuição do fluxo de resina, algumas semanas após a infecção, o que leva a uma descoloração da copa, com a secura e murchidão das agulhas (Figura 21). No entanto, existem outros factores que levam ao declínio e à mortalidade, como por exemplo o ataque de escolítídeos, fungos patogénicos, seca, entre outros, que provocam sintomas idênticos ao do NMP. A presença deste verme só pode ser detectada em laboratório após colheita de material lenhoso (Dwinell & Nickel, 1989; Sousa *et. al.* 2000), a qual pode ser feita a partir de caracteres morfológicos ou moleculares. No entanto, a complexidade da taxonomia do nemátodo do género *Bursaphelenchus* e a existência de espécies muito semelhantes ao NMP torna difícil a sua identificação.



**Figura 21** – Povoamento de Pinheiro bravo com sintomas de NMP

Sendo-lhe impossível migrar de uma árvore infectada para outra, por muito próximas que se encontrem, o NMP necessita de um vector para ser introduzido nos tecidos do hospedeiro. Como já supra citado, o vector é o insecto designado por longicórnia-do-pinheiro – *Monochamus galloprovincialis* (Figura 22) e trata-se de uma espécie secundária, que ao que indica é autóctone de Portugal (Baeta-Neves *et. al.* 1978). Uma vez que o longicórnia-do-pinheiro não é um agente directo da mortalidade do arvoredo, o conhecimento da sua bioecologia foi relativamente escasso até há pouco tempo.



**Figura 22** – Longicórnio-do-pinheiro

O longicórnio pertence à família dos coleópteros cerambicídeos, tem um corpo robusto castanho-escuro, normalmente com cerca de 19 mm de comprimento e é caracterizado por possuir longas antenas que ultrapassam o comprimento do seu próprio corpo (Ferreira & Ferreira, 2001). Quando a fêmea chega a uma árvore enfraquecida faz orifícios na casca onde deposita a sua postura. As larvas eclodem dos ovos e penetram na zona sub-cortical (floema e câmbio—camada de células geradoras do floema) para se alimentarem e, posteriormente, escavam galerias em profundidade no lenho, que terminam numa câmara protegida. Nesta câmara ocorre a metamorfose, isto é, a passagem de larva para pupa e desta para o adulto.

Os vermes transportados pelo insecto entram pelas feridas para o interior da árvore e, uma vez no interior da árvore, os nemátodos reproduzem-se rapidamente e alimentam-se das células epiteliais e do parênquima dos canais de resina, o que provoca o decréscimo e a suspensão da criação desta substância. Posteriormente, o NMP invade os restantes tecidos levando à destruição das paredes celulares e, conseqüentemente, ocorre a cavitação ou embolismo das células do xilema. Desta forma, com temperaturas superiores a 20°C a transpiração finda ao fim de 20/30 dias, o que provoca a descoloração e murchidão das folhas, levando por fim à morte da árvore, por falta de água, passados dois ou três meses.

O transporte de nemátodo pelo insecto é benéfico para a população no global, uma vez que a propagação da doença provoca o contínuo surgimento de novas árvores debilitadas o que é propício para a reprodução do próprio insecto.

A eclosão dos insectos adultos acontece na Primavera do ano a seguir à colonização do pinheiro, onde são depositados os ovos. Durante o Inverno existem apenas larvas de longicórnio no interior das árvores morta, uma vez que os insectos adultos não sobrevivem de um ano para o outro.

A dispersão da doença está limitada ao período de voo do insecto, entre Abril e Outubro. Desta forma, o melhor meio de controlar as populações deste insecto e, simultaneamente, evitar a propagação do NMP, é eliminar criteriosamente todas as árvores mortas antes do insecto-vector emergir. As Figuras 23 e 24 ilustram de certa forma o que foi descrito anteriormente.

Aparentemente, qualquer árvore verde e sã poderá ser alvo do ataque do insecto, no entanto, são as da bordadura e as de maior dimensão, aquelas que são mais propícias a que tal ocorra. Contudo, o insecto-vector só coloniza as partes mais finas da árvore (Sousa *et. al.*, 2009) Ou seja, são os raminhos mais

finos que serão infectados, o que nos leva a pensar que o controlo da doença será ainda mais difícil de controlar, porque a total contenção implicaria a total destruição do material vegetal.



**Figura 23** – Ciclo de transmissão da doença

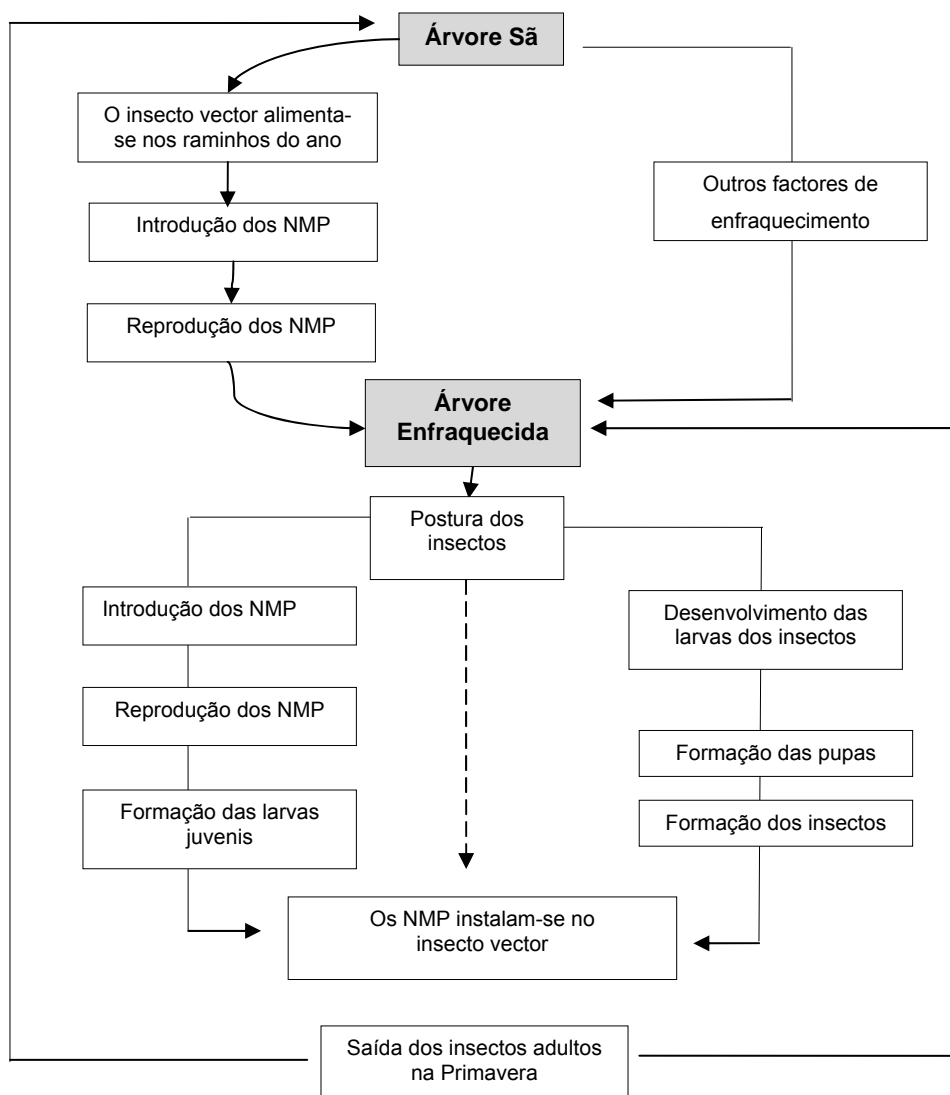
Fonte: DGRF, 2006

Desde o ano em que se detectou a presença do NMP, em Portugal, foram estabelecidas medidas de protecção fitossanitária e implementadas acções com o objectivo de controlar, evitar a dispersão e erradicar, tanto quanto possível, o NMP (DGRF, 2003).

Aplicando conjuntamente estratégias de luta cultural, como o corte, destruição atempada de todas as árvores mortas, no período concreto, e eliminação de todo o material da copa, bem como estratégias de luta biotécnica, ou seja, a instalação de armadilhas iscadas com atractivos para capturar os insectos adultos, torna-se possível diminuir drasticamente a mortalidade causada pelo NMP. Por outro lado, deve-se, cumulativamente, controlar os outros agentes bióticos que ocorrem nos povoamentos de Pinheiro bravo.

A presença do NMP no território nacional teve sérios impactes económicos, sociais e ambientais, o que levou à implementação de restrições ao transporte e comercialização da madeira e subprodutos, obrigando Portugal a tomar uma série de medidas de controlo e erradicação deste agente. Como resultado foi criado um quadro legislativo específico que assegurasse o enquadramento legal das medidas de controlo fitossanitário necessárias para a minimização do risco de dispersão do NMP, no

território português e, conseqüentemente, permitisse a manutenção da actividade da fileira florestal e da indústria transformadora da madeira de coníferas, essencialmente vocacionada para a exportação.



**Figura 24** – Ciclo de infecção do NMP

Fonte: DGRF, 2006

Neste sentido foi elaborado em 1999, o Programa Nacional de Luta contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro – PROLUNP – com os objectivos de restringir o NMP aos seus limites geográficos, implementar medidas de controlo com vista à erradicação deste agente e fazer a sua monitorização a nível nacional (DGRF, 2003).

Uma vez que a presença do NMP apenas foi detectada numa área restrita do país, para efeitos de implementação do PROLUNP o território nacional foi dividido em 2 zonas: Zona de Restrição (que incluía a Zona Afectada e a Zona Tampão) e a Zona Isenta (que incluía as Áreas de Risco), conforme é possível visualizar através das Figuras 25 a 27.

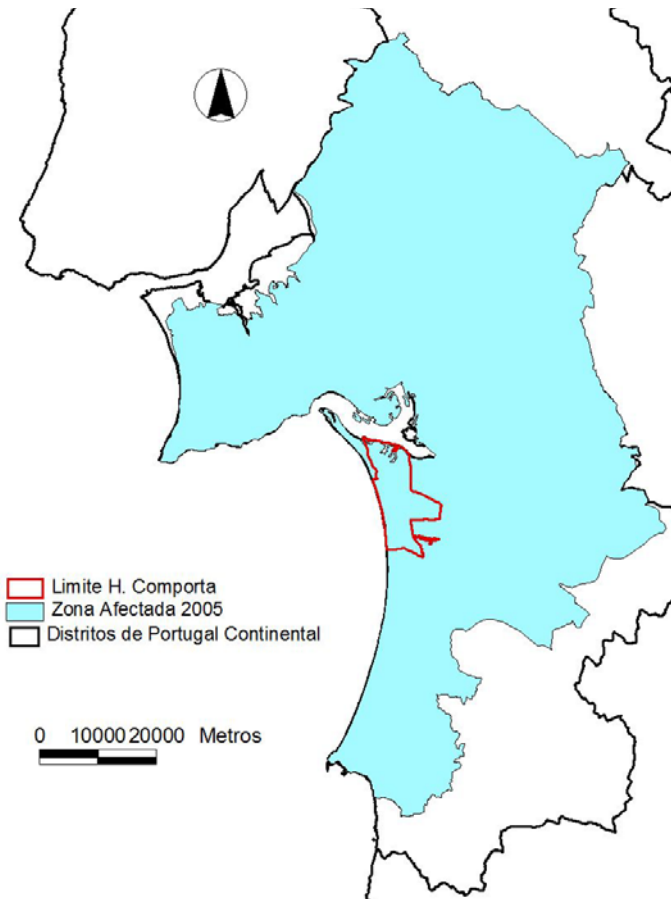


Figura 25 – Zonas do PROLUNP

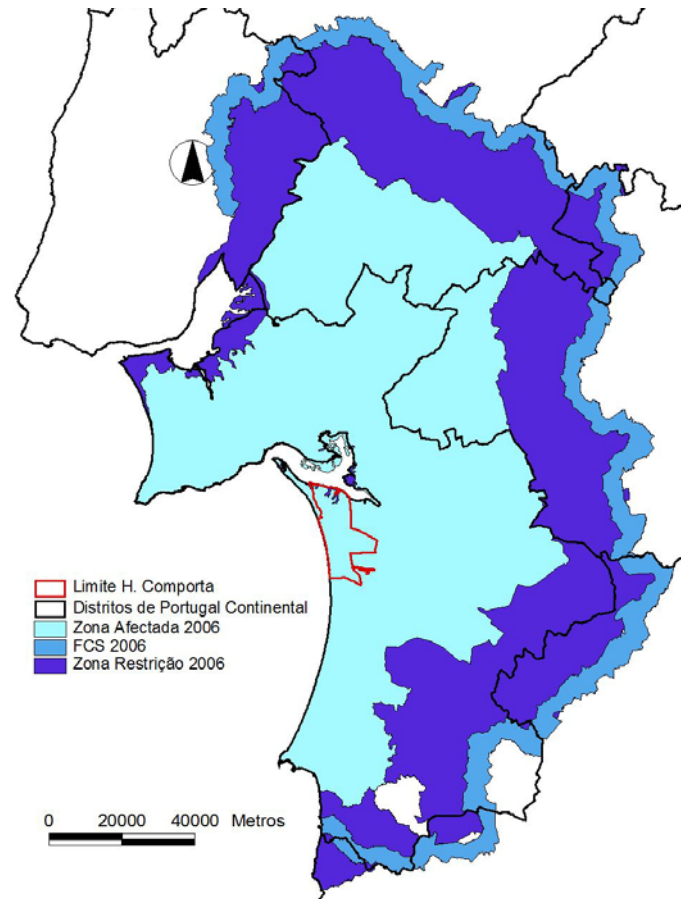


Figura 26 – Zonas do PROLUNP em 2006

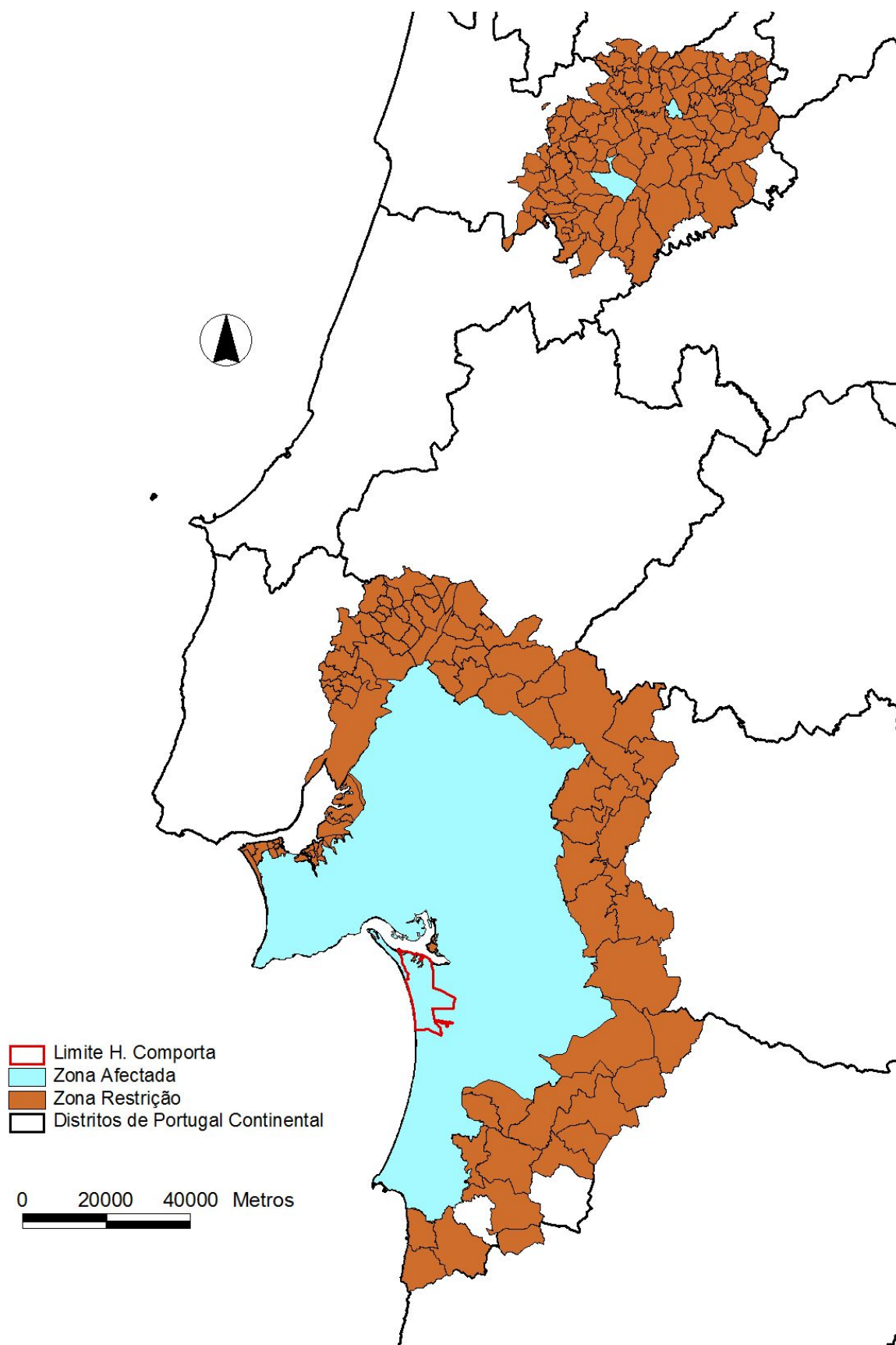


Figura 27 – Zonas do PROLUNP em 2008

No Quadro 5 apresenta-se uma síntese da legislação nacional do NMP.

**Quadro 5 – Síntese Legislativa do Nemátodo da Madeira do Pinheiro, em Portugal**

Tipo	Número	Resumo
Lei	14/99	Destinada a evitar a introdução e dispersão no território nacional e comunitário de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais, qualquer que fosse a sua origem ou proveniência.
Despacho	161/99	Define os procedimentos e ferramentas de intervenção para adequar o programa de luta e restantes componentes à evolução nacional e internacional.
Decreto-lei	517/99	Reformula o regime fitossanitário geral.
Portaria	7/2000	Legisla o NMP, a nível nacional e define a Zona de Restrição (que incluía a Zona Afectada e a Zona Tampão) e a Zona Isenta (que incluía as Áreas de Risco).
Portaria	18/2001	Estabelecem actualizações da Portaria 7/2000, de 7 de Janeiro.
Portaria	518/2001	
Decreto-lei	239/2001	
Portaria	364/2002	
Portaria	1573/2003	
Portaria	815/2006	
Portaria	103/2006	Estabelece a criação de uma faixa de contenção fitossanitária (FCF), de modo a evitar a dispersão do NMP e permitir a sua erradicação do território nacional.
Despacho	24251/2006	Altera a composição da FCF constante do anexo I à Portaria n.º 103/2006, de 6 de Fevereiro, na redacção da Portaria n.º 815/2006, de 16 de agosto, que define a área do território nacional onde foi detectada a presença de NMP.
Portaria	321/2007	Actualiza a portaria 103/2006, alterando os artigos 2.º e 6.º e o Anexo I.
Despacho	17390/2007	Estabelece os prazos do Programa Nacional de Luta contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro (PROLUNP)
Portaria	553-B/2008	Alteração dos artigos 8.º - A e 11.º - A da Portaria n.º 113/2006, de 6 de Fevereiro
Portaria	1339-A/2008	Adopta a Norma Internacional para as Medidas Fitossanitárias n.º 15, relativa a material de embalagem de madeira não processada, aprovada no âmbito da Convenção Internacional Fitossanitária da FAO.
Portaria	305-A/2008	Estabelece a Zona Tampão para a região da Lousã e Arganil
Portaria	230-B/2009	Altera a portaria 1339-A/2008os termos da aplicação das medidas aprovadas pela Norma Internacional para as Medidas Fitossanitárias n.º 15 da FAO, relativas a material de embalagem de madeira não processada.
Portaria	1460/2009	Nova alteração da portaria 1339-A/2008.
Despacho	397/2010	Constituição de um grupo de trabalho com o objectivo de estudar e propor medidas adicionais para a protecção fitossanitária e controlo do NMP no território nacional.

Não obstante esta praga ter ficado confinada à Zona de Restrição, constata-se que a área em estudo é uma das zonas mais críticas e onde se têm registado maiores níveis de incidência de NMP, situação que provoca enormes prejuízos.

### 6.2. Processionária do Pinheiro

A Processionária do Pinheiro, facilmente identificada no Inverno através dos seus ninhos brancos (Figura 28), provoca fortes desfoliações sendo responsável pela debilitação das árvores, mas raramente provocando a sua morte. Além dos danos que causa nas árvores, este insecto pode ainda originar graves problemas de saúde pública devido aos pêlos urticantes das lagartas, que podem provocar fortes alergias no Homem e nos animais domésticos, originando dermatoses, inflamações respiratórias, etc.



Figura 28 – Ninho de Processionária na Herdade da Comporta

### 6.3. Escolitídeos

Os insectos escolitídeos constituem um dos grupos de insectos mais nocivos às resinosas. Atacam árvores com qualquer tipo de *stress*, recentemente cortadas e toros com casca. Geralmente são vectores de fungos patogénicos. As espécies com maior impacto para os pinheiros bravos da HC são: a Hilésina do pinheiro (*Tomicus piniperda* L. e *Tomicus destruens* Woll.), o Bóstrico grande (*Ips sexdentatus* Boern.) e o Bóstrico pequeno (*Orthotomicus erosus* Wollaston). Este grupo de insectos identifica-se pela presença de nódulos de resina no tronco ou raminhos da planta hospedeira ou galerias debaixo da casca, que de acordo com a espécie podem ter diversos esboços.

### 6.4. Torcedoura

A Torcedoura é um insecto que se alimenta de tecidos meristemáticos da planta hospedeira durante uma parte da sua vida. Os ataques destes insectos podem influenciar o crescimento do hospedeiro, dando origem a plantas deformadas e a madeira de má qualidade. Ao enfraquecerem as plantas são uma porta de entrada para vários organismos nocivos, sendo particularmente importantes nas plantações jovens.

Estes insectos são facilmente identificados quer pelas posturas, que efectuam na base das agulhas e gomos terminais, quer pela presença de lagartas no primeiro instar. Também podemos efectuar a sua identificação pelos gomos destruídos, mas a forma mais fácil de identificação desta praga é existência de ramos deformados, como ilustrado na Figura 29.



**Figura 29** – Pinheiro bravo com sintomas de Torcedoura na Herdade da Comporta

## 7. DESCRIÇÃO HISTÓRICA E ÁREAS ACTUALMENTE OCUPADAS COM PINHEIRO BRAVO

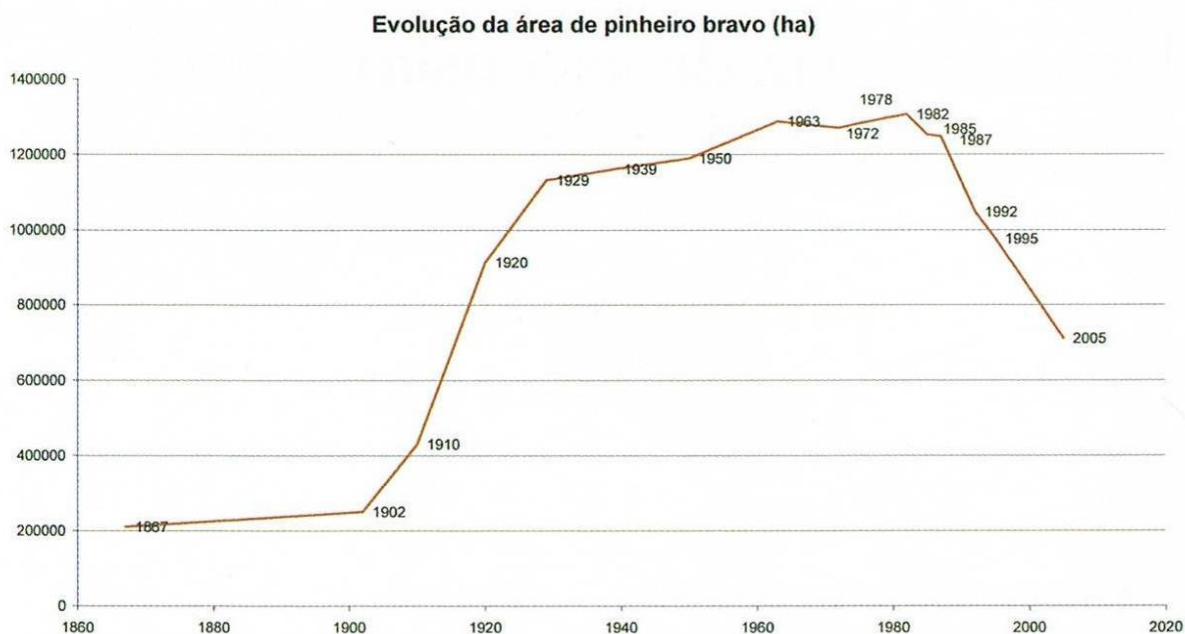
### 7.1. Pinheiro bravo em Portugal Continental

As florestas do nosso país são sobretudo cultivadas, ao contrário do que acontece com a grande maioria dos países da Europa. Algures no século XIX, após se ter atingido um valor mínimo de território arborizado, ocorreu um esforço considerável de arborização nas zonas costeiras e serras. Tal esforço quer a cargo de particulares quer a cargo do Estado, traduziu-se num aumento considerável da área florestada, contudo a floresta que foi instalada pouco ou nada tinha a ver com a florestal natural, que havia desaparecido de quase todo o território nacional. Esse esforço de reflorestação foi inicialmente

feito com recurso a Pinheiro bravo, que terá sido expandido muito para além da sua área de ocorrência natural. A escolha desta espécie, de entre as disponíveis na altura, não é de surpreender, quer devido à sua rusticidade, quer devido à qualidade da sua madeira.

Os dados apresentados na Figura 30 indicam que, até ao início do século XX, a área de Pinheiro bravo se encontrava longe da extensão que veio a alcançar mais adiante.

As três primeiras décadas do século XX foram, provavelmente, a época de expansão do Pinheiro bravo no nosso país, depois da retoma do crescimento da área florestal. Foi durante esses anos que esta espécie passou de 250 000 ha para 1 132 000 ha.



**Figura 30** – Evolução da área de pinhal entre 1867 e 2005

Fonte: SILVA *et al.* (2007)

De 1939 até 1972, os Serviços Florestais, no âmbito do Plano de Povoamento Florestal, arborizaram aproximadamente 305 896 ha grande parte dos quais com Pinheiro bravo. Depois entre 1981 e 1988 esteve em implementação o Projecto Florestal Português, financiado pelo Banco Mundial, em que os Serviços Florestais e a PORTUCEL arborizaram 131 908 ha, grande parte desta com Pinheiro bravo.

Apesar da política de intervenção directa do Estado na arborização, tendo o Pinheiro bravo uma posição de destaque, a área desta espécie não aumentou tanto como no início do século XX altura em que esta intervenção foi menos acentuada. Assim sendo, conclui-se que a principal componente de expansão do pinhal bravo, em Portugal, se ficou a dever à iniciativa dos proprietários privados e produtores agrícolas, durante as três primeiras décadas do século XX. “O que esta iniciativa privada pode ter feito não terá sido a mobilização dos terrenos para a sementeira artificial ou para a plantação de novos pinhais, mas sim acomodar a sementeira natural que ia ocorrendo. Depois das árvores despontarem cuidavam delas, cortando o mato e recolhendo a lenha, que eram produtos muito importantes nessa época para os usos

domésticos e agrícolas da população rural, que a protegiam contra o risco de incêndio. Era, pois, um activo de valor relativamente seguro e em crescimento natural.” (Silva *et al.*, 2007).

O que este tipo de comportamento depois gerou foi um modo de gestão do pinhal em cortes jardinados, isto é, o proprietário cortava só quando tinha necessidades financeiras, sendo abatidas as árvores com maior valor comercial. Este tipo de gestão florestal teve como base uma selecção negativa, que teve como consequência um processo prejudicial à produtividade dos pinhais, uma vez que a regeneração da espécie se fazia com base nas sementes das árvores que permaneciam no povoamento, que eram as piores.

A partir de meados dos anos 50, a população agrícola activa sofre um decréscimo irreversível. Sem a população que percorria regularmente o pinhal para recolher mato e lenha, seria de prever um aumento da vulnerabilidade deste ecossistema aos incêndios florestais. A estas condições veio, ainda, nos anos 80, aliar-se o declínio da resinagem, outra das formas de manter sob vigilância os pinhais.

Assim, desde o início dos anos 80, a área de Pinheiro bravo tem vindo a declinar, sendo a causa mais imediata desta quebra os incêndios florestais. Pelo Quadro 6 podemos observar a representação da área florestal total, bem como da ocupada por Pinheiro bravo. Podemos concluir que entre os dois Inventários Florestais Nacionais a área de Pinheiro bravo sofreu um grande decréscimo, em parte devido à problemática dos incêndios florestais. Na Península de Setúbal, a partir de 1999, foi descoberto outro factor que, aliado aos incêndios florestais, contribuiu para o decréscimo da área ocupada por esta espécie, o Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP). De certa forma as regiões onde a Península de Setúbal se insere, Lisboa e Vale do Tejo e Alentejo, apresentam um acréscimo da área florestal total e uma redução significativa na ocupação de Pinheiro bravo, situação esta que poderá ser justificada pela descoberta desta doença no nosso país. Porém devemos salientar que “os dados de 2006 não incluem povoamentos jovens [...]” (Silva *et al.*, 2007).

**Quadro 6 – Área Florestal total e de Pinheiro bravo por NUT, entre 1995/98 e 2005/06 (ha)**

NUT II	1995/98		2005/06	
	Total	P. Bravo	Total	P. Bravo
Norte	603 500	245 600	520 300	192 600
Centro	947 600	569 600	849 500	409 700
Lisboa e V. Tejo	416 500	95 400	434 100	66 500
Alentejo	1 136 000	59 500	1 201 000	38 000
Algarve	97 500	6 000	131 800	3 600
TOTAL	3 200 900	976 100	3 136 800	710 600

Fonte: AFN – IFN 1995/1998 e IFN 2005/06

A Figura 31 representa a distribuição do Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), em Portugal Continental. “A distribuição desta espécie foi representada em dois níveis:

- 1) A mancha verde-clara representa o que consideramos ser a área genérica de distribuição do pinheiro-bravo, onde este pode ser encontrado com maior frequência, ainda que em povoamentos de dimensões mais reduzidas;



Quadro 7 – Estimativas da área ocupada por Pinheiro bravo em Portugal

Ano	Área (ha)	Fonte
1963-66	1 288 000	DGF
1968-80	1 293 000	DGF
1980-89	1 252 000	Apresentação DGRF
1990-92	1 047 000	Apresentação DGRF
1990	1 655 000	Carta de Ocupação do solo (IGP)
1995	976 000	Inventário Florestal Nacional (DGF)
2006	710 600	Inventário Florestal Nacional (DGRF)

Fonte: SILVA *et al.* (2007)

## 7.2. Evolução do Pinheiro bravo na área de estudo

“A Carta Topographica Militar do Terreno da Península de Setúbal, elaborada por José Maria das Neves Costa, com trabalhos finalizados em 1815, é a primeira cartografia regional que se conhece algum detalhe, correspondendo à escala de 1:30 000”, segundo Lúcio do Rosário (2002). Através da análise desta cartografia podemos concluir que, nesta época, existia uma escassíssima cobertura florestal nesta região, encontrando-se o solo ocupado fundamentalmente por charnecas e mato rasteiro. “Os carvalhos, os sobreiros e as árvores silvestres têm em geral uma distribuição residual” (Rosário, 2002). Os pinhais, nomeadamente os mansos, são aqueles que têm alguma presença em povoamentos descontínuos, por vezes dispersos. No entanto, as vinhas e as fazendas são as que dominam consideravelmente.

Por outro lado, a Carta Agrícola e Florestal desenvolvida pelos serviços da Comissão Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, no decurso dos anos 50 do século passado, bem como as cartas do Inventário Florestal Nacional, produzidas pelos Serviços Florestais nos anos 60 reflectem as grandes operações de arborização regional com pinhal e eucaliptal.

O Pinheiro bravo foi a espécie que veio ocupar a região e substituir as vastas áreas de “charneca inculta”, que ainda subsistiam nos anos 70, bem como as áreas de pinhal manso. Assim sendo, os pinhais regionais que ainda subsistem, têm aproximadamente menos de 60 anos, enquanto as áreas muito pontuais de pinhal manso e sobreiro são formações arbóreas mais antigas.

Mais próximo dos dias de hoje e com base na cartografia do CORINE Land Cover 90 (CLC 90), verificamos (Figura 32) que na Herdade da Comporta continuava a predominar floresta, designadamente povoamentos de espécies resinosas (Pinheiro bravo e manso), em aproximadamente 6450 ha. As áreas agrícolas e as superfícies com água são as classes de ocupação com maior representatividade, depois das áreas florestais, isto é, cerca de 14,55% e 14,30%, respectivamente. Por último, os meios aquáticos e os territórios artificializados são as classes com menor representatividade territorial, 4,08% e 1,23%, como é possível visualizar no Quadro 8.

No ano 2000 (Figura 33), tal como em 1990, a Herdade da Comporta continuava com o predomínio de ocupação florestal, apesar de se ter verificado um decréscimo desta, resultante de um aumento das áreas agrícolas. Dentro da ocupação florestal, os povoamentos com maior representatividade continuam a ser os de resinosas. As áreas agrícolas e as superfícies com água são as classes de ocupação com mais representatividade, depois das áreas florestais, com cerca de 15,06% e 14,30%, respectivamente.

Por último, os meios aquáticos e os territórios artificializados continuam a ser as classes com menor representatividade territorial.

No Quadro 9 é possível visualizar as alterações que ocorreram ao longo de dez anos, isto é, entre 1990 e 2000, na Herdade da Comporta. A classe das florestas de resinosas foi a área que sofreu maior alteração, isto é, cerca de 538 ha passaram a espaços florestais degradados. Pensa-se que a principal razão da degradação destes espaços florestais tenha sido o ataque das múltiplas pragas e doenças que afectam os pinhais bravo e manso. Por outro lado, os espaços florestais degradados, que existiam em 1990, sofreram alterações e passaram a povoamentos de resinosas (50,04 ha), mistos (69,84 ha) e, por último, sistemas agrícolas – perímetros irrigados com 15,35 ha.

A última cartografia CLC publicada tem como referência o ano 2006 (Figura 34). Tal como em 1990 e 2000, nesse ano a Herdade da Comporta continuava a ter predominantemente uma ocupação de solo florestal, apesar de se ter verificado um decréscimo insignificante desta, resultante de um aumento dos territórios artificializados. Na classe de ocupação florestal, os povoamentos com maior representatividade continuam a ser os de resinosas. As áreas agrícolas e as superfícies com água são as classes de ocupação com mais representatividade, depois das áreas florestais, com cerca de 14,59% e 14,32%, respectivamente. Por último, os meios aquáticos e os territórios artificializados continuam a ser as classes com menor representatividade territorial, apesar da última tipologia ter tido um acréscimo de 100 ha comparativamente ao ano 2000.

No Quadro 10 é possível visualizar as alterações que ocorreram ao longo de seis anos, entre 2000 e 2006, na Herdade da Comporta. A classe dos espaços florestais degradados foi a área que sofreu maior alteração, isto é, cerca de 597,91 ha passaram a florestas de resinosas. Cerca de 360 ha de florestas de resinosas sofreram alteração, passaram a espaços florestais degradados e 10 ha a tecido urbano descontínuo.

Os elementos cartográficos CORINE Land Cover apresentados constituem a informação mais recente e comparável sobre ocupação e uso do solo no território de Portugal Continental. Estes dados facultam um retrato da paisagem para os anos 1985/86/87, 2000 e 2006, caracterizando o tipo de alterações decorridas entre essas datas. Todos os produtos cartográficos CLC têm características técnicas idênticas: escala 1:100 000; nomenclatura *standard* (*i.e.*, nomenclatura CLC), com três níveis hierárquicos, que inclui 44 classes no nível mais desagregado e uma distância mínima entre linhas de 100 m. Tanto no CLC90, como no CLC2000 e CLC2006, a Área Mínima Cartográfica (AMC) é 25 ha. No CLC-alterações, a AMC é 5 ha no caso de expansão ou retracção de áreas já existentes no CLC90, e 25 ha no caso de surgimento de novas áreas, *i.e.*, não contíguas a outras da mesma classe presentes no CLC90.

A cartografia de ocupação/uso do solo tem um carácter fundamental no ordenamento do território e na monitorização ambiental; a sua área de aplicação tem vindo a ser alargada ao planeamento ambiental, político, económico e social. Este tipo de produto cartográfico retrata um momento temporal específico e constitui uma ferramenta imprescindível no panorama actual para entidades públicas e privadas dos mais diversos sectores. Com recurso a este tipo de cartografia, pode-se avaliar a extensão, distribuição e relação espacial de classes de ocupação/uso do solo, identificar locais próprios para certas actividades e planear o presente e o futuro de uma forma fundamentada.

Quadro 8 – Ocupação CORINE Land Cover 1990 da Herdade da Comporta

Nível 1	% Ocupação 1990	% Ocupação 2000	% Ocupação 2006	Código CLC	Nível 3	Área Total 1990	Área Total 2000	Área Total 2006
Territórios artificializados	1,23	1,30	2,70	112	Tecido Urbano Descontínuo	154,59	164,11	261,01
Áreas Agrícolas	14,55	15,06	14,59	211	Perímetros não irrigados	46,33	46,33	46,35
				212	Perímetros regados	240,95	304,34	259,50
				213	Arrozais	1399,70	1407,18	1418,74
				231	Pastagens	68,80	61,32	61,32
				242	Sistemas culturais e parcelares complexos	76,96	76,96	51,88
Florestas e meios semi-naturais	65,84	65,26	65,06	244	Territórios agro-florestais	7,74	7,74	7,70
				311	Florestas de folhosas	0,00	0,00	0,00
				312	Florestas de Resinosas	6443,06	5893,43	6434,99
				313	Florestas mistas	640,43	710,27	591,04
				322	Landes e matagal	98,60	100,54	-
				324	Espaços florestais degradados	831,33	1236,29	889,08
Meios aquáticos	4,08	4,084,08	3,95	421	Sapais	514,09	514,09	497,24
				512	Planos de água, lagos	36,69	36,69	36,67
Superfícies com água	14,30	14,30	14,32	522	Estuários	1741,84	1741,84	1742,40
				523	Mar e Oceano	22,37	22,37	24,56
<b>REPRESENTATIVIDADE</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>			<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>12 592,78</b>	<b>12 592,80</b>	<b>12 592,80</b>

Quadro 9 – Alterações CLC 1990-2000 da Herdade da Comporta

Nível 3 CLC1990	Nível 3 CLC2000	ÁREA (ha)
Pastagens	Arrozais	7,47
Espaços florestais degradados	Florestas de Resinosas	50,04
	Florestas mistas	69,84
	Perímetros regados	15,35
Florestas de Resinosas	Espaços florestais degradados	537,04
	Perímetros regados	41,74
	Tecido Urbano Descontínuo	9,53
Landes e matagal	Perímetros regados	6,29
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>737,30</b>

Quadro 10 – Alterações CLC 2000-2006 da Herdade da Comporta

Nível 3 CLC2000	Nível 3 CLC2006	ÁREA (ha)
Florestas de Resinosas	Tecido Urbano Descontínuo	10,05
	Espaços florestais degradados	362,11
Florestas mistas	Espaços florestais degradados	35,80
Espaços florestais degradados	Florestas de Resinosas	886,73
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>1294,70</b>

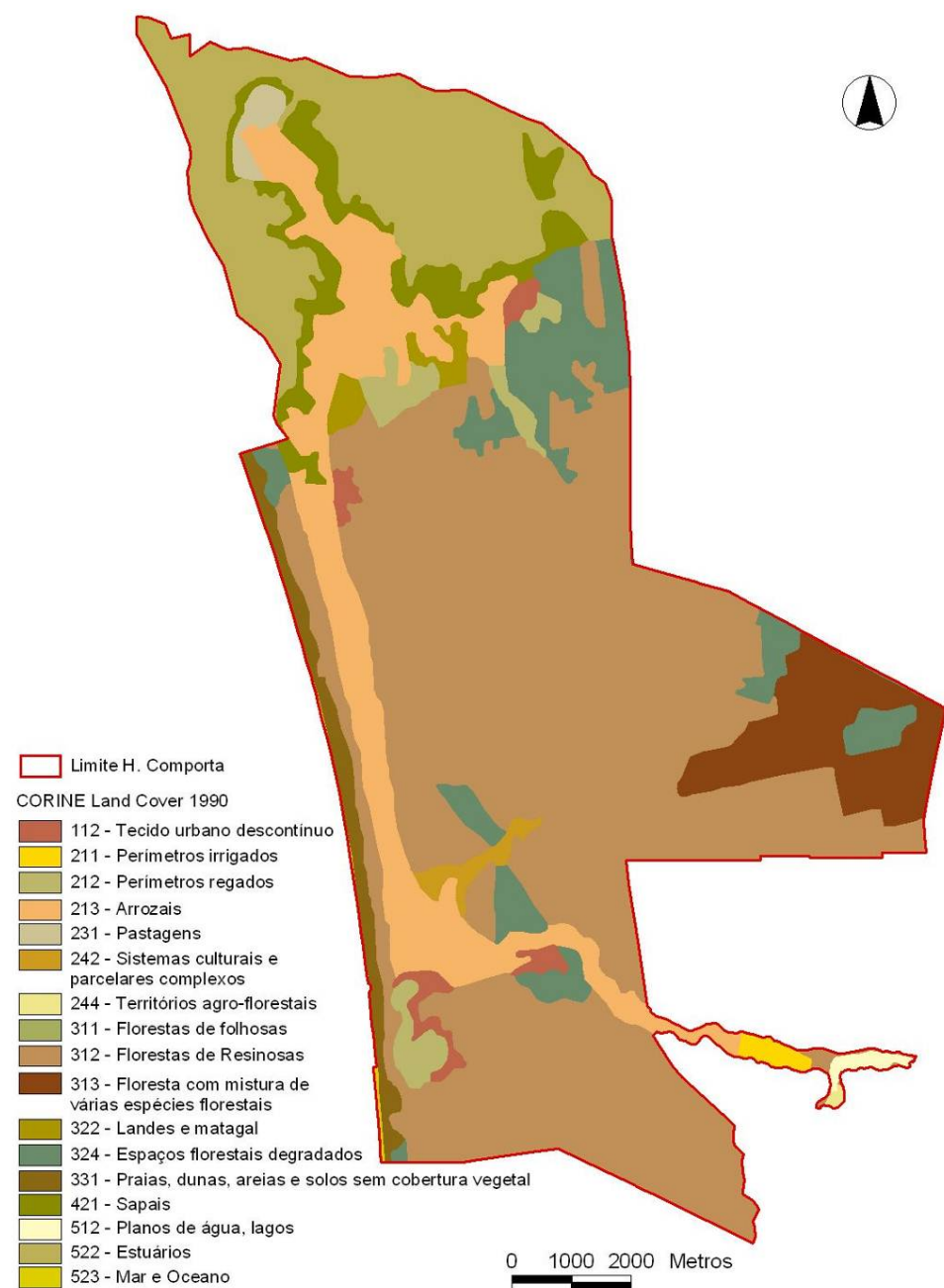


Figura 32 – Ocupação CLC 90 da Herdade da Comporta

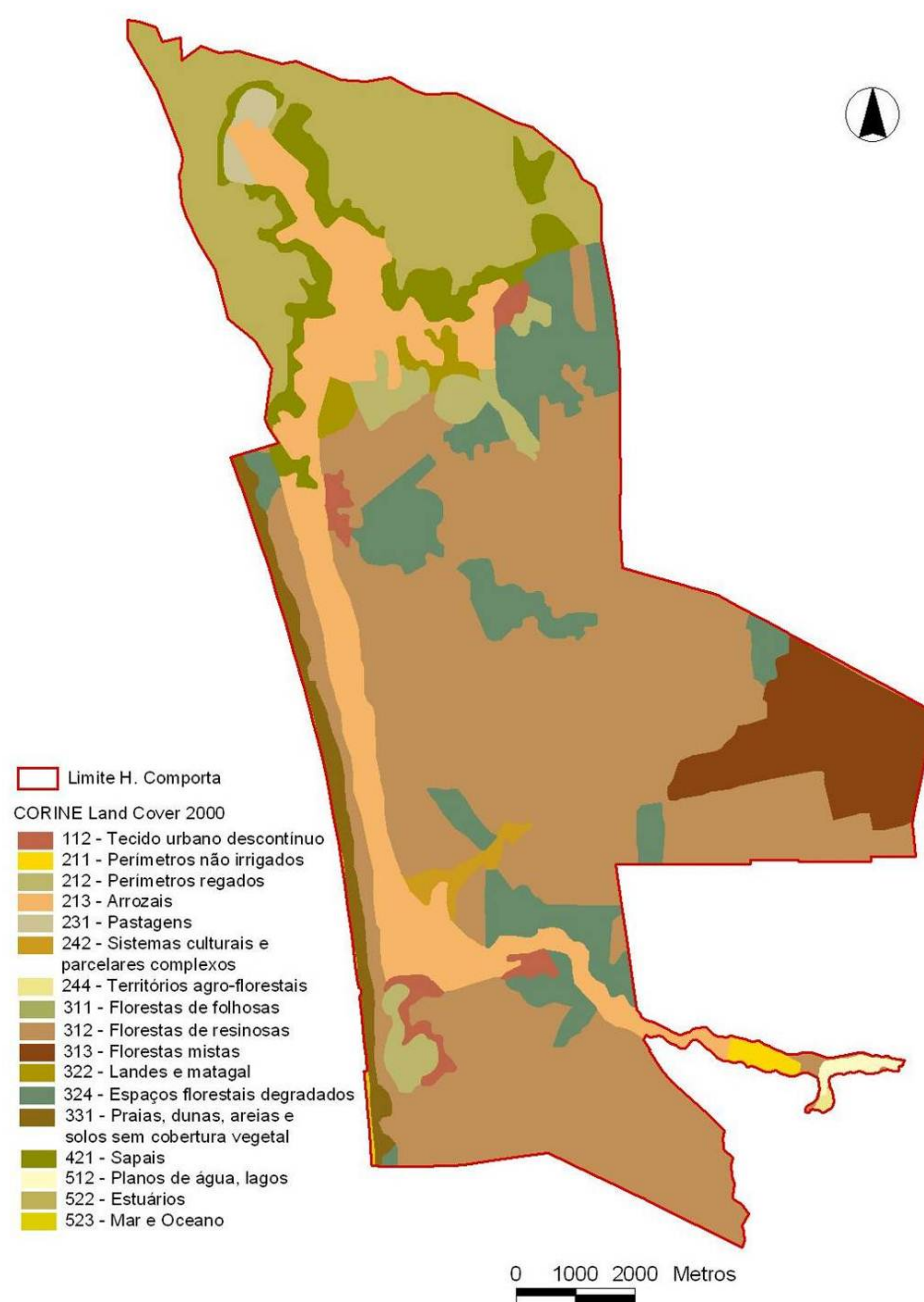


Figura 33 – Ocupação CLC 2000 da Herdade da Comporta

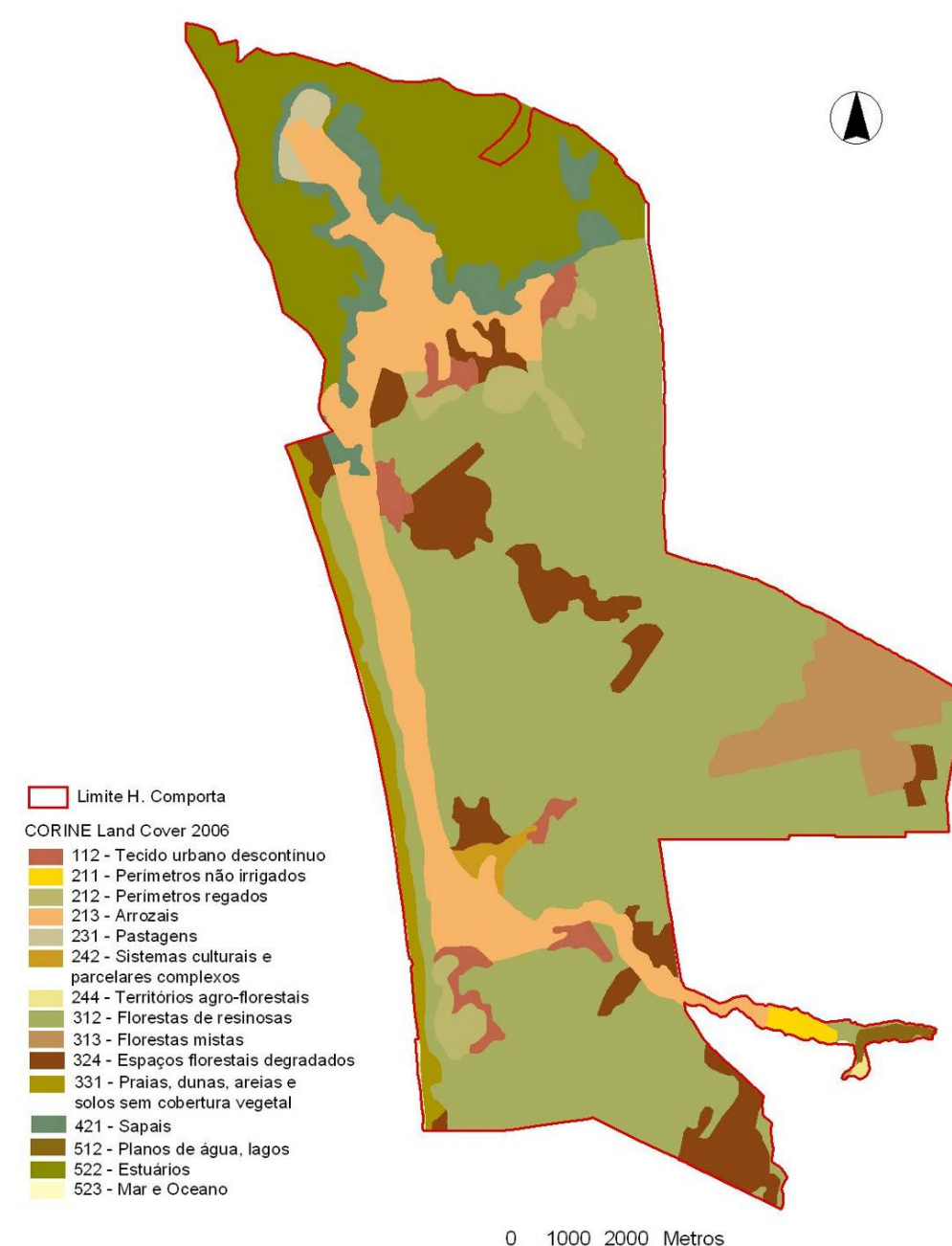


Figura 34 – Ocupação CLC 2006 da Herdade da Comporta

### III. MATERIAL E MÉTODOS

#### 1. CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DOS POVOAMENTOS DE PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA

##### 1.1. Cartografia de Ocupação do Solo nos anos 2000, 2004 e 2008

A produção das cartas de ocupação do solo da HC, nos anos 2000, 2004 e 2008 teve por base a identificação das unidades cartográficas homogêneas desta propriedade. Os ortofotomapas que serviram de base para a realização destas têm como data de voo Setembro de 2000, Outubro de 2004 e Junho de 2008, respectivamente. A digitalização e segregação de cada classe de ocupação do solo foi efectuada directamente no computador, e teve como ferramentas de trabalho os programas Arcview 3.3 e ArcGis 9.3.

Este trabalho foi realizado com uma elevada base de rigor, uma vez que foi impossível a validação no terreno da tarefa produzida, e se pretendia alcançar uma caracterização da ocupação do solo o mais fidedigna possível.

Para o efeito, tivemos como suporte a metodologia da Carta de Ocupação/Usos do Solo de 2005 (COS 2005), cujas operações de generalização passamos a enunciar. As operações de generalização visam apenas assegurar a síntese da informação, de forma coerente com base em:

- **Unidade mínima cartográfica (UMC)** – só são relevantes as unidades de ocupação/uso do solo com área superior a 1 ha. Todas as outras, adiante designadas por pequenas, necessitam de generalização;
- **Distâncias mínimas entre linhas – não são admitidas** linhas que distem menos de 20 m entre si (e.g. representação de algumas estradas, polígono com forma demasiado complexa);
- **Distâncias mínimas entre polígonos – não são admitidas** distâncias entre polígonos inferiores a 20 m;
- Definição de cada uma das classes da nomenclatura.

A base de dados associada a esta cartografia de ocupação do solo, para os diferentes anos, está organizada em três níveis hierárquicos: utilização do solo (Nível 1), ocupação do solo (Nível 2) e ocupação do estrato (Nível 3), respectivamente (Quadro 11).

**Quadro 11** – Classe de ocupação do solo da Herdade da Comporta

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Acessibilidades	-	-
Área Agrícola	-	-
Área Florestal	Povoamento Puros	Pinheiro bravo
	Povoamento Misto	Pinheiro bravo/Eucalipto
		Pinheiro bravo/Folhosas
		Pinheiro bravo/Pinheiro manso
		Eucalipto/Pinheiro bravo
		Pinheiro manso/Pinheiro bravo
Sobreiro/Pinheiro manso/Pinheiro bravo		
Fogo	-	-
Incultos	-	-
Área Industrial	-	-
Matos	-	-
Área Social	-	-
Superfícies Aquáticas	-	-

Esta nomenclatura diferencia da melhor forma os nove tipos díspares de utilização do solo, que ocorrem na nossa área de estudo. Assim, para a definição de cada uma das classes do nível 1:

- **Acessibilidades** – Rede viária e divisional e outras vias de comunicação;
- **Área Agrícola** – Quando a parcela é constituída por terras aráveis, culturas permanentes, prados e pastagens permanentes;
- **Florestal** – Áreas ocupadas por conjuntos de árvores florestais resultantes de regeneração natural, sementeira ou plantação. Quando a parcela é constituída por ocorrências florestais ou ainda formações não arbóreas, mas em que existam ocorrências florestais com um grau de coberto igual ou superior a 10%. Define-se como grau de coberto a razão entre a área da projecção da copa sobre a área total da parcela.
- **Fogo** – Áreas onde tenham ocorrido incêndios florestais ou outros;
- **Inculto** – Quando na parcela não se verifique a utilização florestal ou agrícola, mas cujo solo seja susceptível de ter um destes tipos de utilizações;
- **Industrial** – Áreas principalmente ocupadas por estruturas relativas à actividade industrial;
- **Social** – Áreas urbanas, equipamentos sociais e outras infra-estruturas;
- **Superfícies aquáticas** – Estuários (englobando sapais) ou grandes cursos de água, lagoas e albufeiras.

Apenas os níveis 2 e 3 foram desdobrados para a classe de ocupação Área Florestal, porque são os territórios com maior relevância para o presente estudo, nomeadamente:

- **Povoamento Puro** – quando uma só espécie é responsável por mais de 75% do coberto, inscrevendo-se, por exemplo, PbPb no caso de ser pinhal bravo puro;

- **Povoamento Misto** – quando, havendo várias espécies em presença, nenhuma atinge os 75% de coberto. Neste caso, considera-se espécie dominante a que for responsável pela maior parte do coberto. Inscreve-se, por exemplo, PmSb, para um povoamento misto de pinheiro manso com sobreiro, em que a primeira espécie é a dominante.

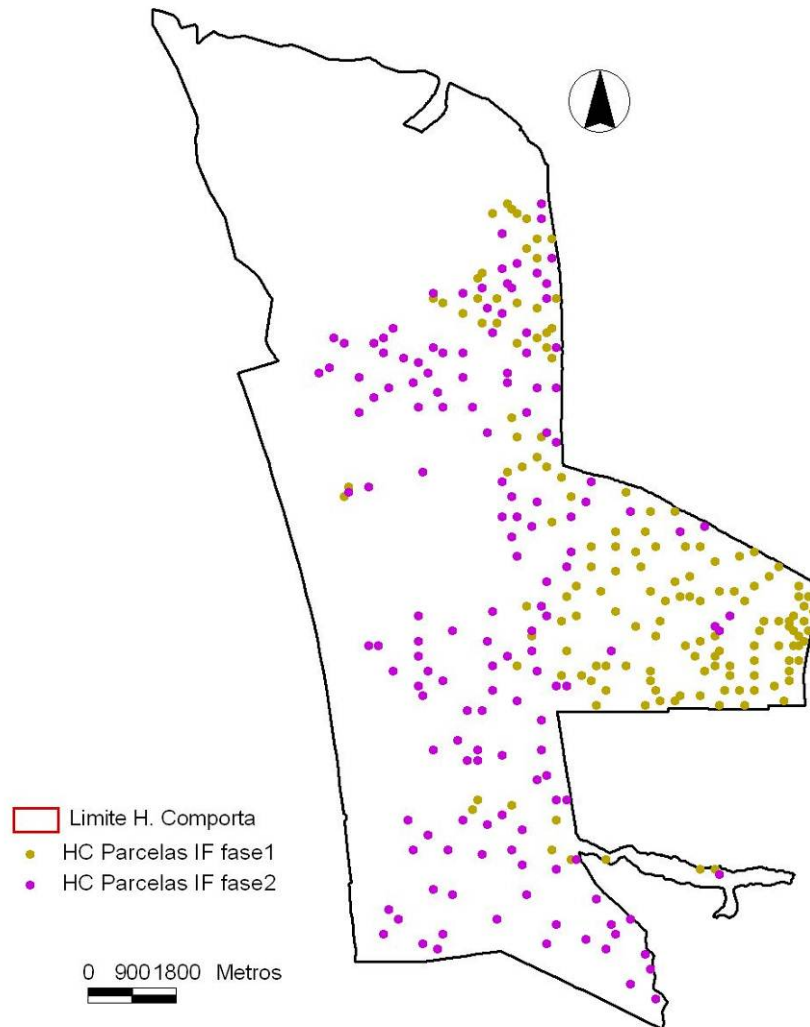
Relativamente ao nível 3, as classes e respectiva definição são as que enunciamos em seguida:

- Pinheiro bravo – Povoamentos puros de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*);
- Pinheiro bravo/Eucalipto – Povoamentos mistos de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e Eucalipto (*Eucalyptus globulus*);
- Pinheiro bravo/Folhosas – povoamentos mistos em que se verifica a dominância de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) sobre folhosas;
- Pinheiro bravo/Pinheiro manso – Povoamentos mistos de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e Pinheiro manso (*Pinus pinea*);
- Pinheiro manso/Pinheiro bravo – Povoamentos mistos de Pinheiro manso (*Pinus pinea*) e Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*);
- Eucalipto/Pinheiro bravo – Povoamentos mistos de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*);
- Sobreiro/Pinheiro manso/Pinheiro bravo – Povoamentos mistos de Sobreiro (*Quercus suber*), Pinheiro manso (*Pinus pinea*) e Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*).

### 1.2. Inventário Florestal

O Inventário Florestal (IF) da HC foi realizado, em 2009, com o objectivo de caracterizar biometricamente os diferentes povoamentos florestais desta propriedade, bem como servir de ferramenta de apoio à decisão na escolha das técnicas de gestão florestal ao nível de cada unidade de gestão do PGF (Plano de Gestão Florestal).

No inventário florestal da HC foram recolhidos dados biométricos em 300 parcelas, repartidas por povoamentos puros de Pinheiro bravo, Pinheiro manso e eucalipto e povoamentos mistos de Pinheiro bravo/eucalipto e Pinheiro bravo/Pinheiro manso. Esta tarefa foi dividida em duas fases de 150 parcelas cada (Figura 35). A metodologia usada encontra-se descrita de forma mais pormenorizada no Manual de Medições de Campo do Inventário Florestal da Herdade da Comporta elaborado pela Metacortex (2009).



**Figura 35** – Parcelas do Inventário Florestal de 2009 na Herdade da Comporta

As parcelas do IF aplicadas tinham o formato circular e apresentavam um raio de 10, 12,5 ou 25 metros, dependendo do tipo de povoamento a avaliar. Assim, para cada raio a respectiva área da parcela correspondia a 381, 491 e 1963 m<sup>2</sup>, respectivamente. No Quadro 12 podemos visualizar a correspondência entre o raio e a área da parcela de amostragem, a que iremos fazer referência noutros exercícios mais adiante.

**Quadro 12** – Tipos de parcelas do Inventário da Herdade da Comporta

<b>Tipo de povoamento</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Raio (m)</b>
Povoamentos adultos de Pinheiro bravo puro	1963	25,0
Povoamentos de Pinheiro manso puro		
Povoamentos de Eucalipto puro	381	10,0
Povoamentos mistos	491	12,5
Povoamentos jovens de Pinheiro bravo puro (na fase de novedio – até cerca dos 15 anos e sem ter sofrido desbaste)		

Os povoamentos florestais foram determinados com base na definição da AFN “*área ocupada com árvores florestais que na maturidade atingem os 5 metros, com uma percentagem de coberto arbóreo no mínimo de 10%, que ocupa uma área no mínimo de 0,5 ha e largura não inferior a 20 metros*”. E a nomenclatura dos povoamentos resultou da classificação da espécie florestal principal e da secundária, a qual foi realizada de acordo com a distribuição do grau de coberto das espécies presentes. Esta metodologia é similar à que foi utilizada na cartografia de ocupação do solo.

Com base no ficheiro da totalidade das parcelas de inventário, foi efectuada a cartografia das manchas de Pinheiro bravo, com densidades associadas, a qual serviu de suporte para a transformação dos dados pontuais do IF em manchas de Pinheiro bravo com valores de densidade. Para o efeito, foram seleccionadas as parcelas que tivessem na sua composição exemplares de Pinheiro bravo, mesmo não coincidindo com povoamentos, puros ou mistos, desta espécie. Das 300 parcelas cerca de 266 parcelas estavam nestas condições, e foi a partir desta base que se aplicou a ferramenta SIG – polígonos de Thiessen.

A criação dos polígonos de Thiessen foi efectuada com recurso à ferramenta do *ArcToolbox*, menu *Analysis Tools – Proximity – Create Thiessen Polygons* do software ArcGis 9.3. Esta tem como base a conversão de pontos de uma determinada classe de recurso, neste caso o centro das parcelas do IF da HC realizado em 2009, na exportação dos polígonos [Thiessen] proximais.

Os polígonos Thiessen têm uma propriedade única que os caracteriza, e que se prende com o facto de cada polígono conter apenas um ponto de entrada e, por outro lado, qualquer local dentro de um polígono está mais próximo do seu ponto associado do que do ponto de qualquer outro polígono (Figura 36).

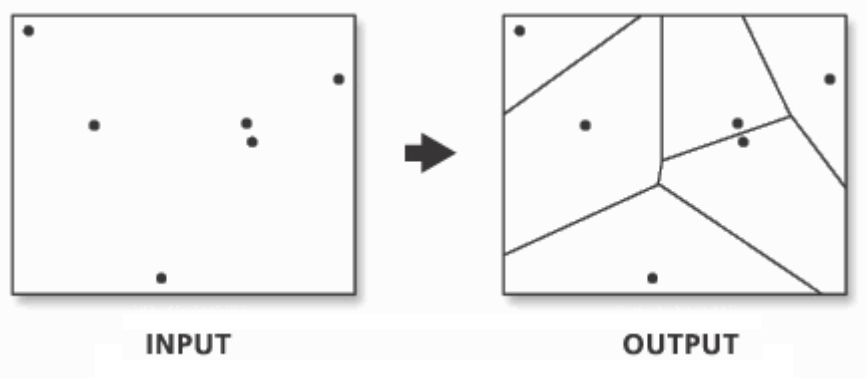


Figura 36 – Exemplo de polígonos de Thiessen

A base de construção dos polígonos de Thiessen é a seguinte:

- Todos os pontos são triangulares numa rede irregular triangular (TIN) que atenda aos critérios das mediatrizes de *Delaunay*. Para cada uma das arestas do triângulo são geradas bissetrizes e formados os limites dos polígonos Thiessen. O local em que as bissetrizes se intersectam determina os locais dos vértices do polígono de Thiessen.
- O limite exterior dos polígonos Thiessen é a extensão dos pontos utilizados além de um adicional de 10%. Se a extensão do ambiente é definida como um conjunto específico de valores, então a ferramenta *Create Thiessen Polygons* vai usar o ambiente para definir o seu limite exterior.

Como foi difícil determinar as densidades de Pinheiro bravo, em 2009, recorreu-se ao Inventário Florestal da Herdade da Comporta e utilizou-se a ferramenta *Create Thiessen Polygons*. Posteriormente, procedeu-se ao cruzamento do resultado da aplicação dos polígonos de Thiessen com a ocupação de Pinheiro bravo em 2008.

Uma vez que na nova *shapefile* estava indicada a informação dos polígonos de Thiessen e, conseqüentemente, a das parcelas do IF da HC, no ano de 2009, conseguimos calcular o número de árvores por hectare. Este valor foi calculado com base no número de árvores existentes na parcela correspondente e na sua área de amostragem. Com vista à obtenção de manchas mais extensas e homogêneas, optou-se pela união dos polígonos que estivessem contíguos e que apresentassem o mesmo número de árvores por hectare, ou um valor aproximado.

## 2. ANÁLISE DA MORTALIDADE DO PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA

### 2.1. Delineamento das Manchas de Pb com Erradicação de 1999 a 2009

O PROLUNP – Programa Nacional de Luta Contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro foi criado pelo despacho 161/99 de 23 de Dezembro, tratava-se de uma estrutura com orçamento e meios próprios, que pôs em prática a delimitação da área afectada, a prevenção da sua dispersão, o desenvolvimento e

aplicação de medidas para controlar e erradicar o nemátodo, bem como a implementação de um sistema de monitorização nacional (DGRF, 2003; DGRF, 2006).

A acção de prospecção está associada ao intuito de identificar, localizar, marcar e analisar coníferas com sintomas de potenciais ataques do NMP. Enquanto à acção de erradicação se associa a eliminação dos exemplares arbóreos que possam ser foco de dispersão desta doença.

As metodologias destas acções encontram-se descritas de forma mais exaustiva nos manuais elaborados pela Direcção-Geral dos Recursos Florestais (DGRF) e actual AFN. No entanto, como forma de enquadrar a prática que iremos descrever mais à frente, faremos um breve resumo (DGRF, 2006).

A prospecção do NMP no campo era orientada através de cartas sobre ortofotomapas, dentro das quais se subdivide uma grelha de quadrículas de 1 ha (Figura 37). De modo geral, a cada carta correspondia uma área de 150 ha, à qual se associava um número, que a identifica, e esta subdividia-se em 150 quadrículas de 1 ha, a cada uma das quais se faz corresponder uma letra de A a J (linha), e um número de 1 a 15 (coluna) (por exemplo: a quadrícula 462H10 pertence à carta 462, linha H, coluna 10). Esta nomenclatura permite identificar de forma inequívoca cada quadrícula, em toda a área prospectada.

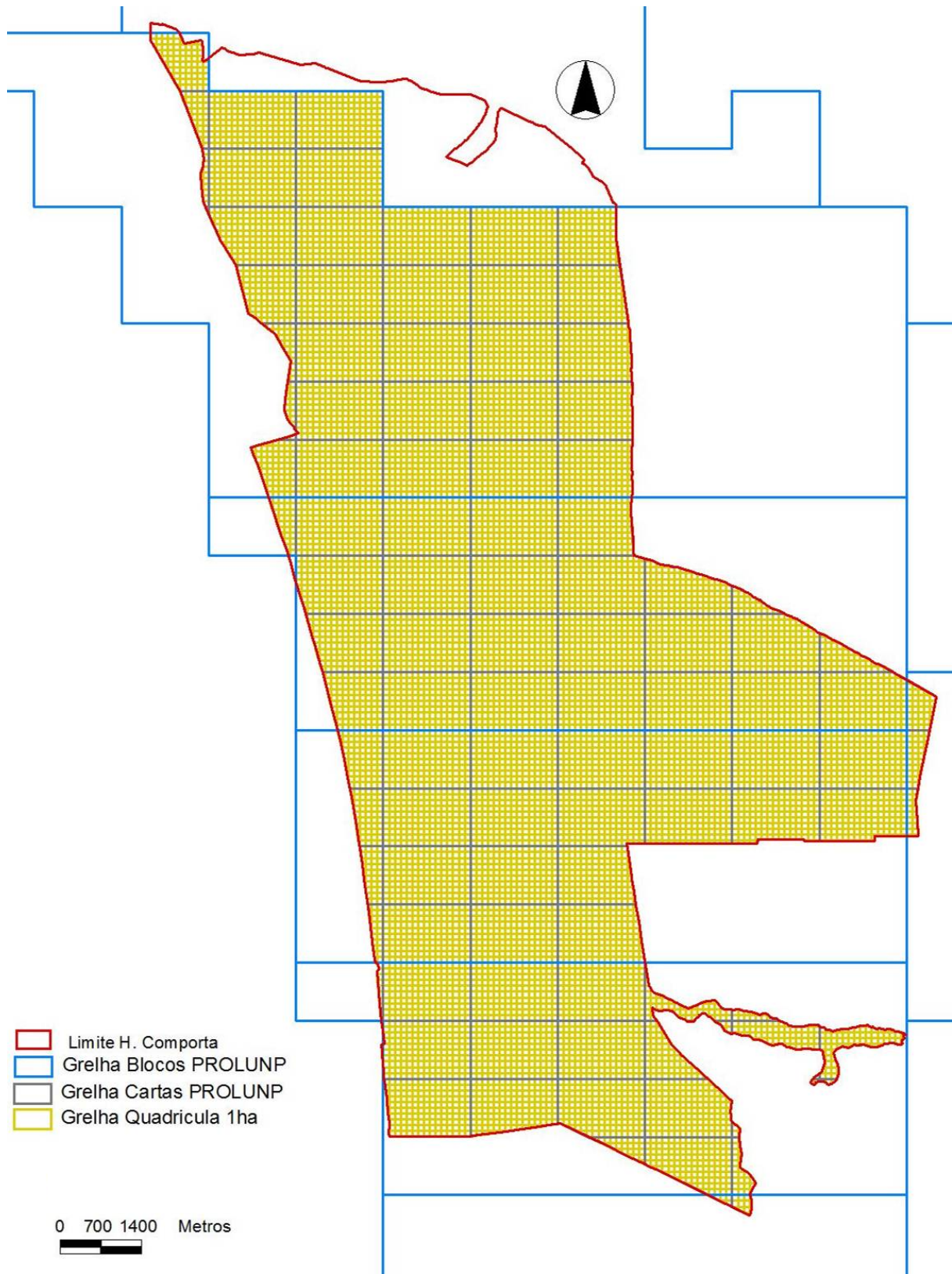
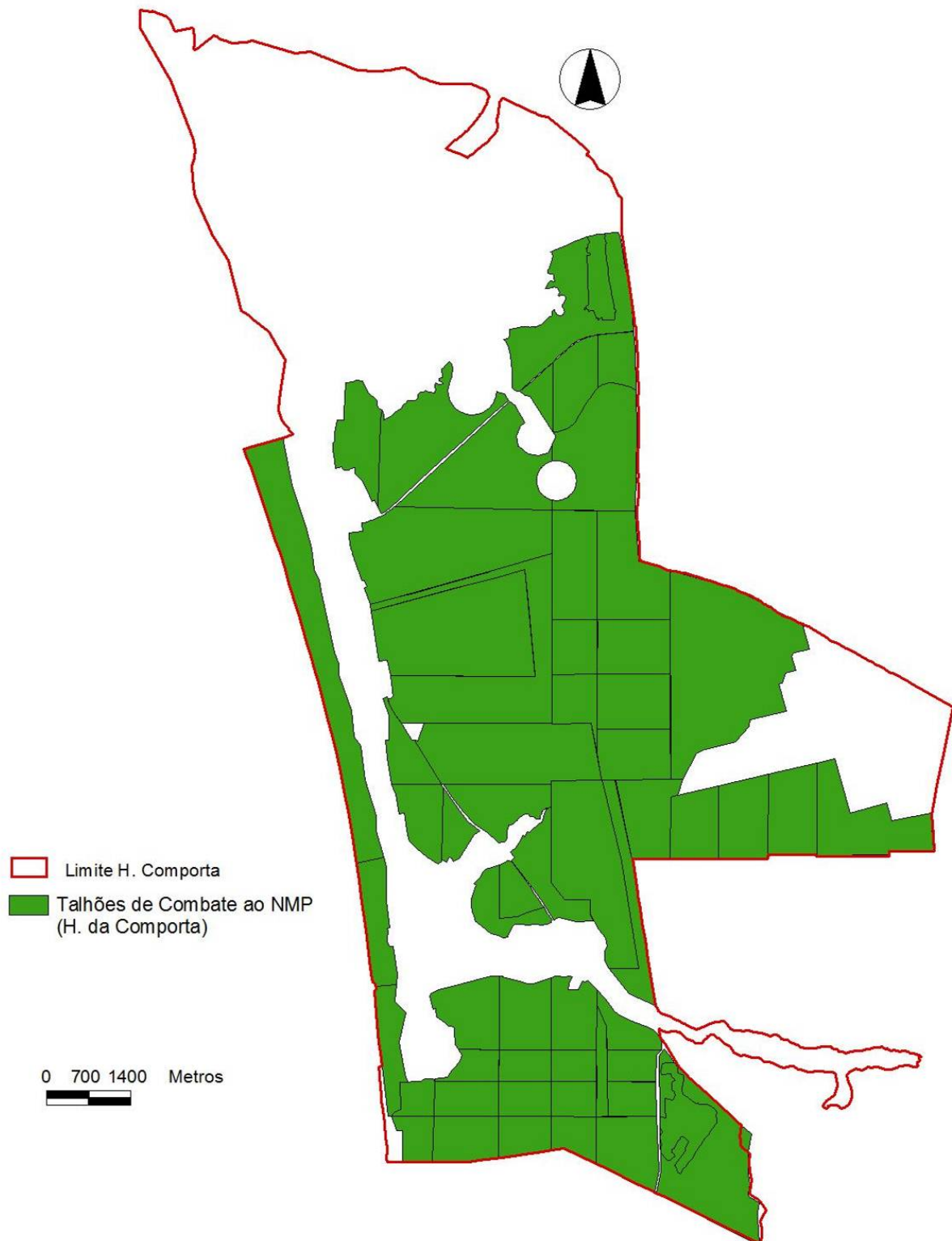


Figura 37 – Grelhas de blocos, cartas e quadrículas do PROLUNP na Herdade da Comporta





**Figura 39** – Talhões adoptados pela HC para a prospecção e erradicação do NMP

Quando procedemos à análise dos dados do PROLUNP reparámos que na campanha de 2006/2007 existia um elevado conjunto de cartas onde não havia sido seguido o procedimento de associar o

número de árvores a cada uma das quadrículas de 1 ha. Observámos que o número de árvores era acumulado e associado à quadrícula do canto superior esquerdo como por exemplo na carta 893, ou direito no caso da carta 785 (Figura 40).

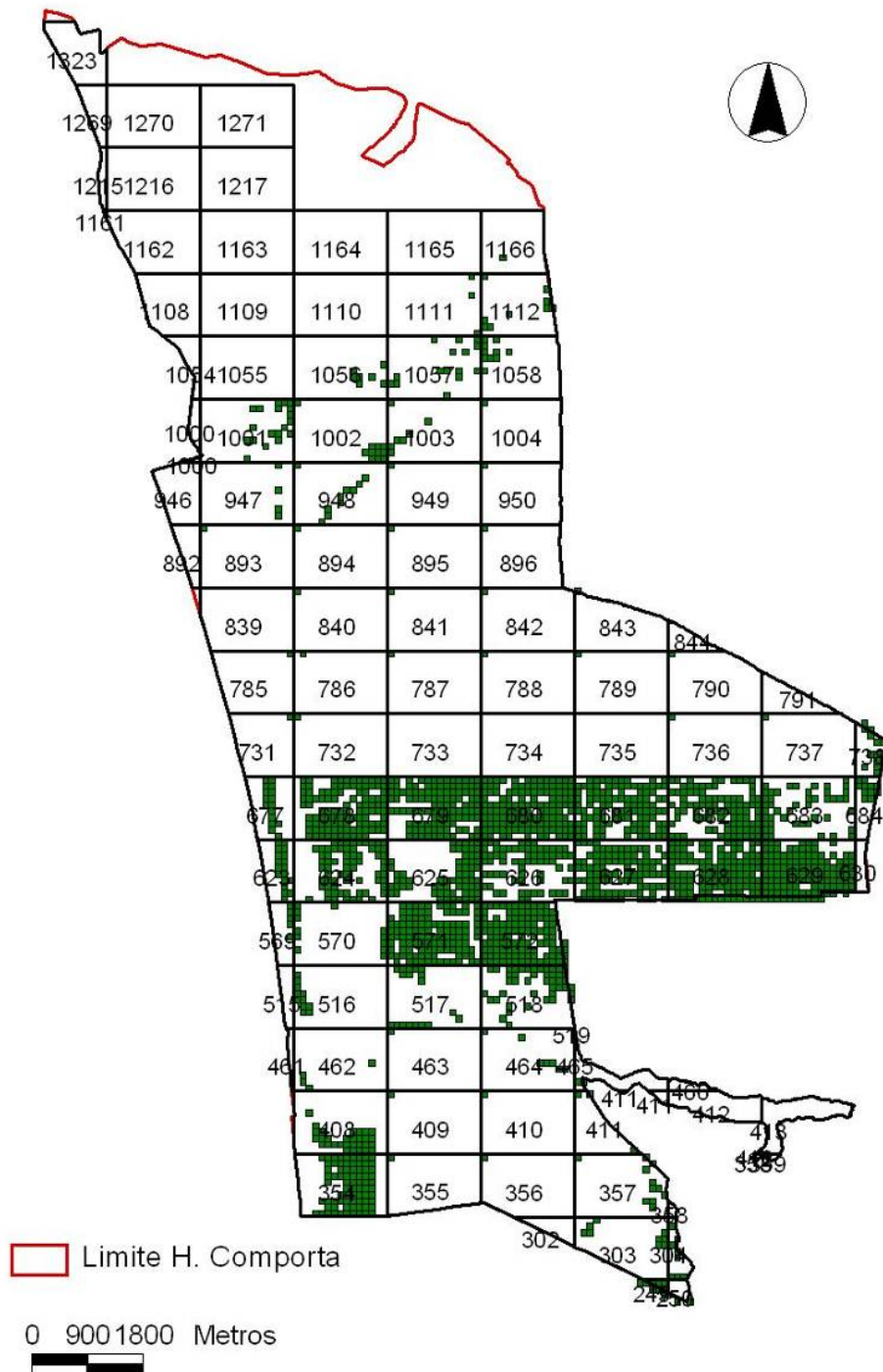


Figura 40 – Erradicação 2006/2007 na Herdade da Comporta

Quanto nos foi possível apurar, a realização deste procedimento foi acordado entre a Associação de Produtores Florestais e o Coordenador do PROLUNP. Este facto deveu-se a que nesta campanha o

número de árvores a registar foi extremamente elevado, tendo-se por isso optado por um procedimento mais expedito. Contudo, para a nossa análise e cruzamento de informação, esta acumulação levar-nos-ia a um enviesamento dos resultados. Como se pretendia coerência nos valores de erradicação, para todos os anos avaliados, procedeu-se a ajustamentos que resultaram na agregação da totalidade dos dados, e assim todas as campanhas estariam assentes na mesma base cartográfica. Perante tal facto, decidimos que seria mais correcto ter este valor redistribuído pelas quadrículas de 1 ha, da respectiva carta. Assim, baseámo-nos na grelha de distribuição da campanha do ano anterior (2005/2006) para averiguar os respectivos valores de cada uma das quadrículas, avaliar o padrão de distribuição destas e, por último, extrapolar para a campanha de 2006/2007, com base na relação percentual das árvores cortadas em cada quadrícula e o valor total das cartas. Seguidamente, realizámos o rearranjo para um total de trinta e três cartas.

Depois de se ter procedido à redistribuição dos valores da campanha de erradicação 2006/2007, como descrito anteriormente, obtivemos o produto final (*shapefile*) desta campanha. No entanto, as cartas 733, 734 e 735 não apresentavam qualquer tipo de árvores erradicadas, o que não fazia muito sentido, uma vez que, da análise prospectiva efectuada, especificamente desde 1999, estas áreas apresentam sempre valores associados. Assim, partiu-se do princípio de que o valor de 2664, que estaria associado ao número de árvores da carta 732, para além de ter o acumulado desta carta também deveria ter o valor acumulado das outras três cartas, isto é, das cartas 733, 734 e 735, respectivamente. Desta forma, optámos por tornar a aplicar o procedimento anterior, ou seja, realizámos a redistribuição deste valor pelas quadrículas de 1 ha e de cada uma destas quatro cartas. Depois destas “rectificações” demos por concluída a análise desta campanha, passando para a de 2008/2009, uma vez que, no ano anterior (2007/2008), as operações de combate e controlo do NMP não foram realizadas.

Com a análise dos dados da campanha de 2008/2009 notou-se que a base cartográfica seguida não era a mesma das campanhas anteriores. Assim, procedemos ao cruzamento das quadrículas de um ha com os novos talhões usados pela HC. Após este exercício foi necessário realizar uma redistribuição do número de árvores, uma vez que os valores do recenseamento realizado nos talhões nunca poderiam ser os mesmos que o valor a atribuir às quadrículas, pois estes apresentavam áreas distintas. Assim, aplicámos a mesma metodologia de redistribuição que empregámos no ano de 2006/2007. Por outro lado, a esta campanha pode-se associar a do ano anterior (2007/2008) já que esta não tinha ocorrido. Sendo assim, os dados de 2008/2009 correspondem a duas campanhas de controlo e combate ao NMP, na HC.

Após a realização das redistribuições e rectificações atrás enunciadas, procedeu-se à união dos dados de todas as campanhas ocorridas na Herdade da Comporta, desde 1999 até 2009. Antes do cruzamento de todos os dados de erradicação com a carta das manchas de Pinheiro bravo (com valores de densidade) em 2009, unimos a esta última a *shapefile* das quadrículas de um hectare, que integram todo o território da Herdade da Comporta. Só assim poderíamos obter o resultado esperado.

### **3. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO PINHEIRO BRAVO FACE À DOENÇA DA MURCHIDÃO DO PINHEIRO**

A densidade do pinhal da HC, de 1999 a 2009, foi estimada a partir dos dados de erradicação com o valor da densidade [número de árvores por hectare] em 2009. A este valor somámos os valores de erradicação de 2008/2009 e, desta forma, extrapolámos que o obtido correspondia à densidade das manchas de Pinheiro bravo no ano de 2008. Como o valor da campanha de 2007/2008 não é conhecido, pois esta não foi realizada, assumimos que o valor da densidade em 2007 é igual ao de 2008, o que de certa forma corresponde à verdade. Assim, ao valor da densidade de 2007 somaram-se os valores da campanha de 2006/2007 e obtivemos a densidade de 2006. Realizámos este procedimento para os restantes anos até 1999 até se conseguir extrapolar a densidade de 1999.

#### IV. RESULTADOS

##### 1. CARTOGRAFIA DE OCUPAÇÃO DOS POVOAMENTOS DE PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA

###### 1.1. Cartografia de Ocupação do Solo nos anos 2000, 2004 e 2008

As cartas de ocupação do solo da Herdade da Comporta resultaram da digitalização, sobre os ortofotomapas de Setembro de 2000, Outubro de 2004 e Junho de 2008, com recurso às ferramentas dos programas ArcView 3.3 e ArcGis 9.3. Para o efeito, tivemos como suporte a metodologia da Carta de Ocupação/Usos do Solo de 2005 (COS 2005).

Com base nas cartas que resultaram deste exercício (Figuras 41 a 46), verificámos que a ocupação florestal continuava a predominar na HC. As áreas agrícolas e as superfícies aquáticas são as classes de ocupação com maior representatividade, depois das áreas florestais, como é possível visualizar no Quadro 13. Em 2008 (Figura 45), tal como em 2000 e 2004, a Herdade da Comporta continuava com o predomínio de ocupação florestal, apesar de se ter verificado um decréscimo desta, em parte devido ao aumento das áreas agrícolas.

As superfícies florestais com Pinheiro bravo sofreram algumas alterações (Quadro 14). Entre 2000 e 2004 a diferença não é notória, contudo em 2008 verificou-se um decréscimo dos povoamentos puros. No entanto, nos povoamentos mistos sucederam ligeiros aumentos da área ocupada, bem como nas zonas de clareira. Em 2000 e 2004 esta espécie fazia-se representar em cerca de 7180 ha da Herdade da Comporta, enquanto em 2008 a sua área era de aproximadamente 6900 ha.

Pensa-se que os cortes sanitários são causa principal da diminuição dos povoamentos puros de Pinheiro bravo e, conseqüentemente, do aumento das áreas de clareira.

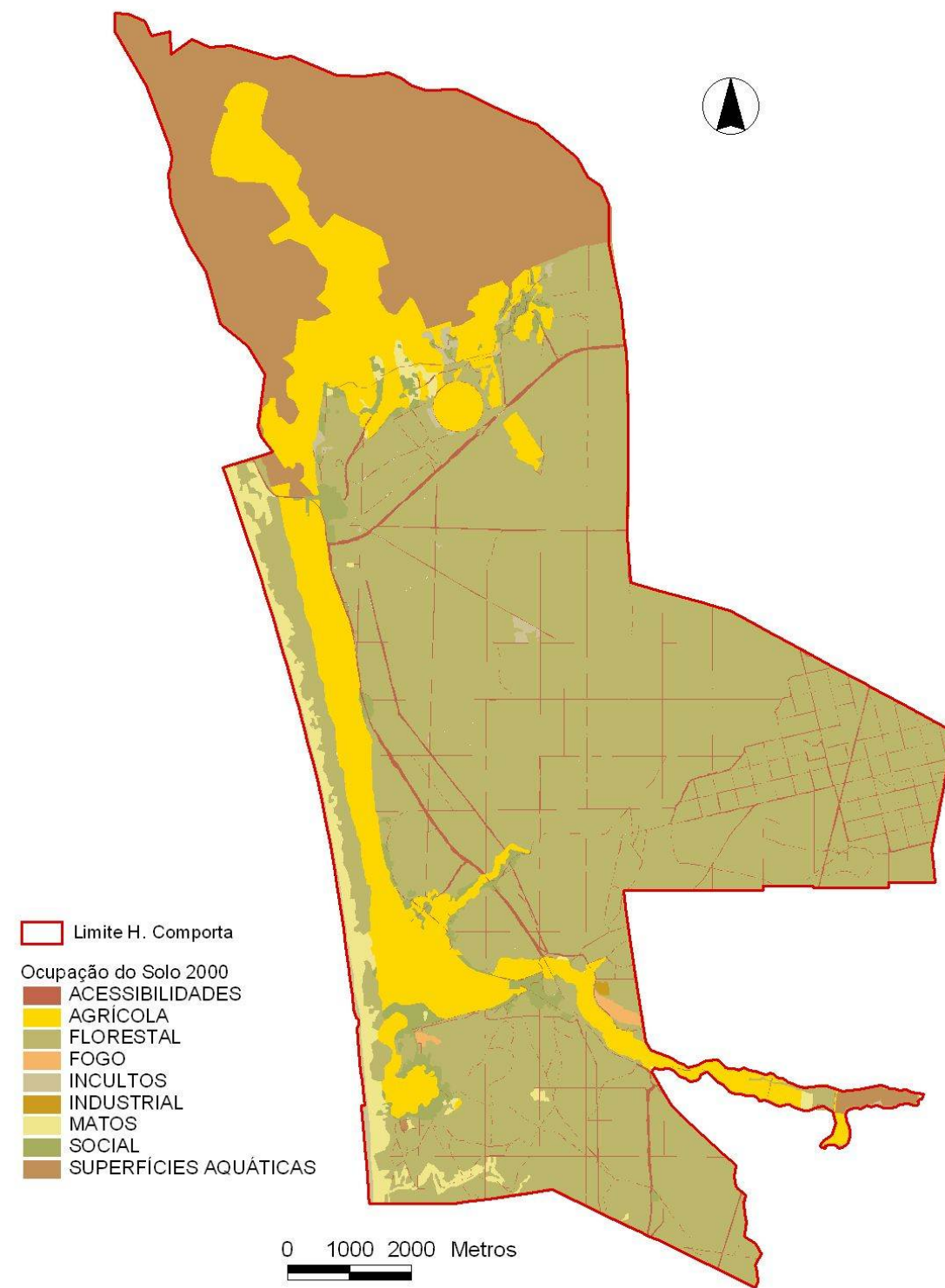


Figura 41 – Ocupação do Solo 2000 da Herdade da Comporta

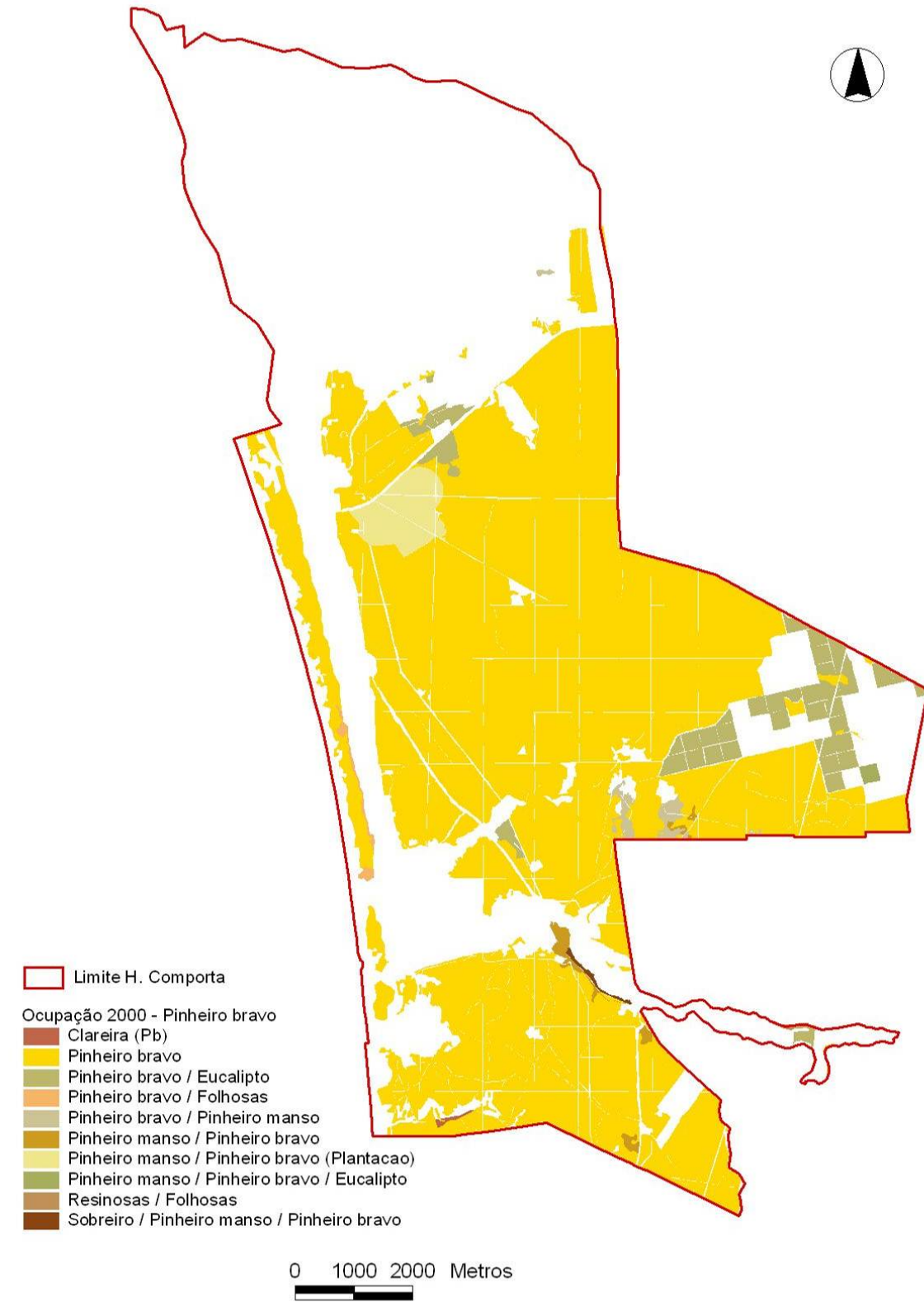


Figura 42 – Ocupação de Pinheiro bravo em 2000 na Herdade da Comporta

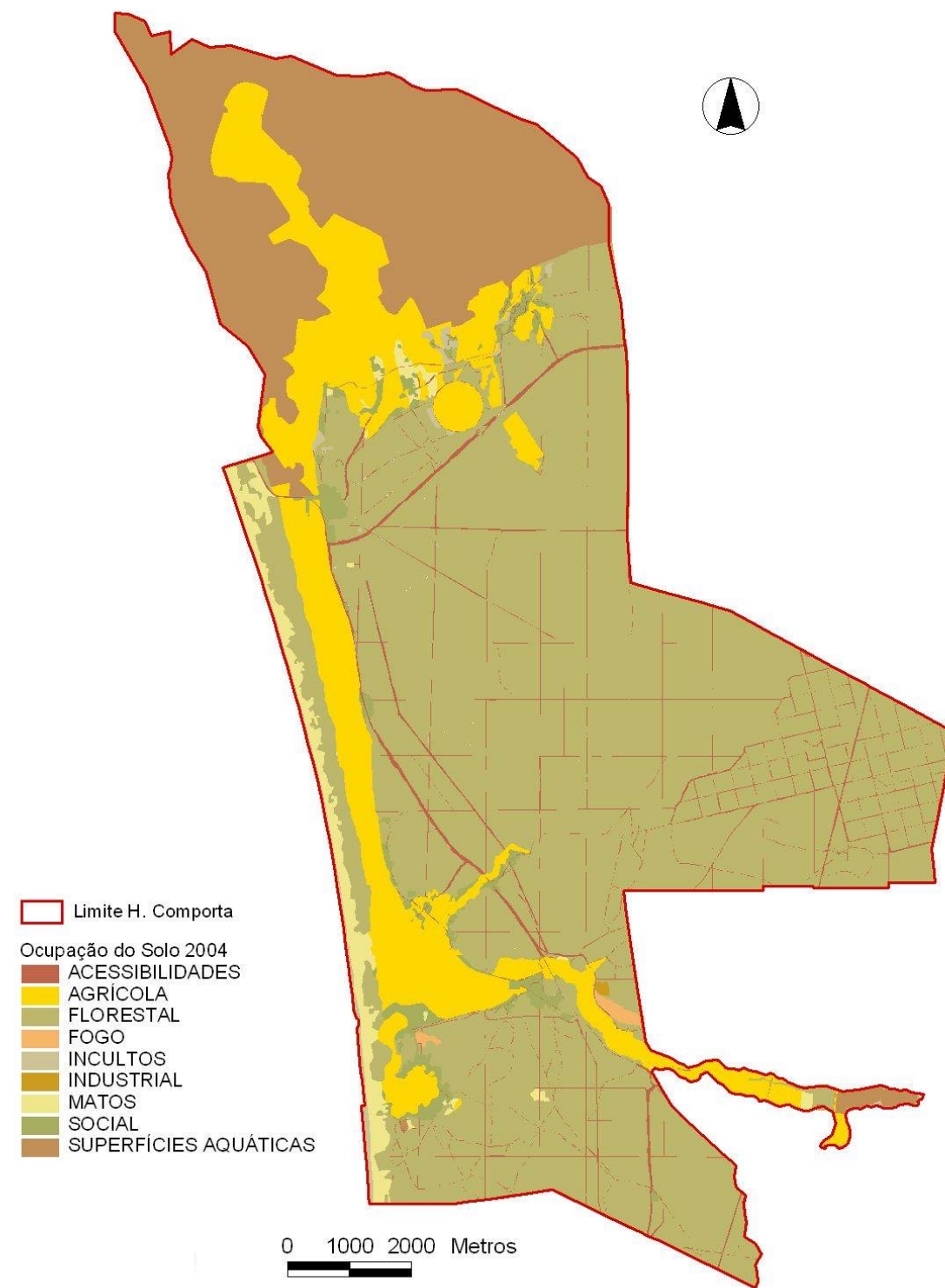


Figura 43 – Ocupação do Solo 2004 da Herdade da Comporta

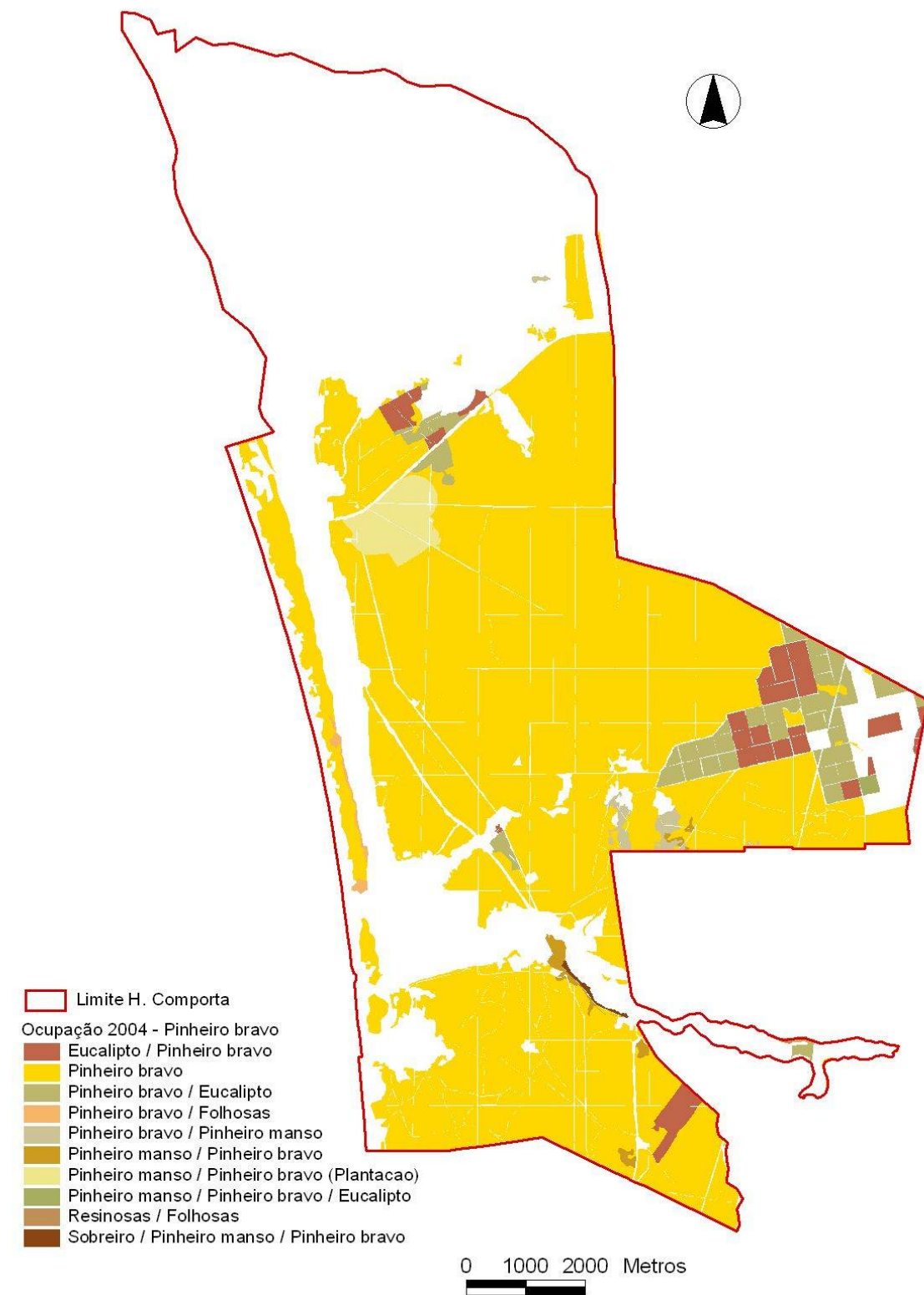


Figura 44 – Ocupação de Pinheiro bravo em 2004 na Herdade da Comporta

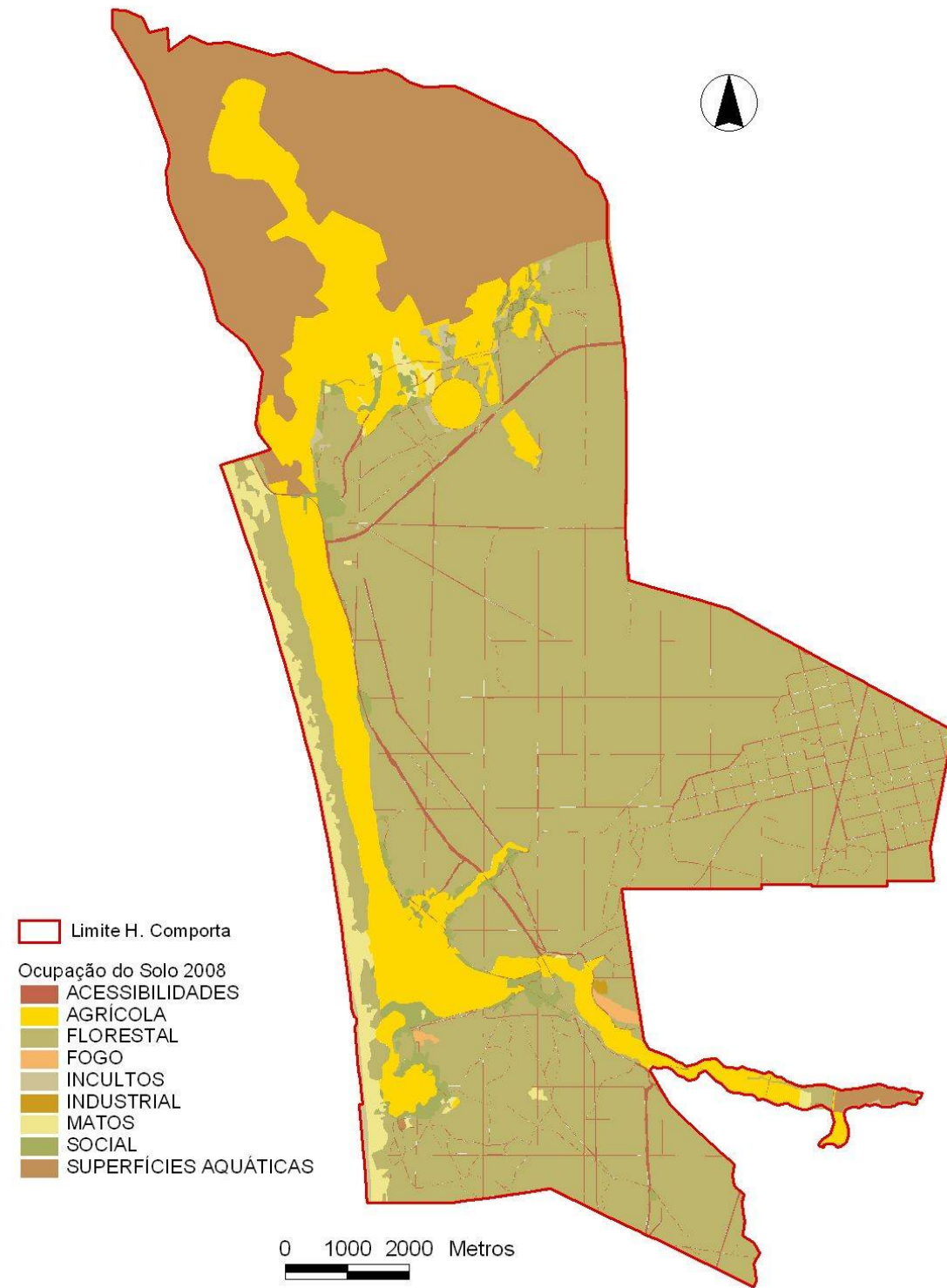


Figura 45 – Ocupação do Solo 2008 da Herdade da Comporta

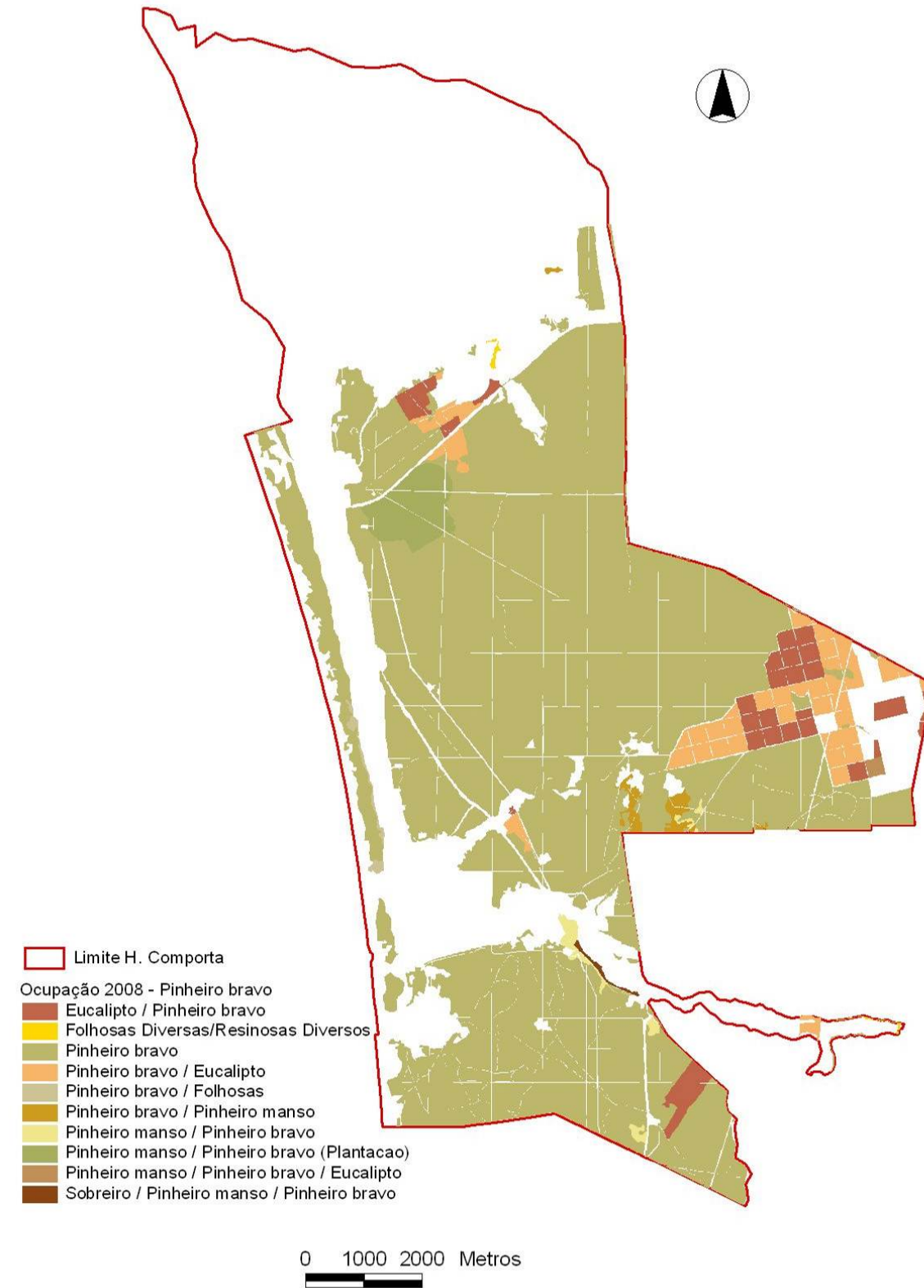


Figura 46 – Ocupação de Pinheiro bravo em 2008 na Herdade da Comporta

Quadro 13 – Ocupação do Solo em 2000, 2004 e 2008 na Herdade da Comporta

<b>Ano</b>	<b>2000</b>	<b>2004</b>	<b>2008</b>
<b>Ocupação Solo</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Acessibilidades	2,91	2,91	3,03
Agrícola	14,47	14,47	14,91
Florestal	59,48	59,83	59,19
Fogo	0,18	0,18	0,18
Incultos	0,73	0,65	0,65
Industrial	0,03	0,03	0,03
Matos	2,48	2,21	2,17
Área Social	1,81	1,81	1,92
Superfícies Aquáticas	17,90	17,90	17,92
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Quadro 14 – Ocupação Florestal com Pb em 2000, 2004 e 2008 na Herdade da Comporta

<b>Ocupação Florestal com Pb (ha)</b>	<b>2000</b>	<b>2004</b>	<b>2008</b>
Clareira (Pb)	53,30	53,30	67,64
Eucalipto / Pinheiro bravo	228,91	228,91	254,47
Pinheiro bravo	6051,76	6048,09	5883,91
Pinheiro bravo / Eucalipto	314,31	314,31	343,94
Pinheiro bravo / Folhosas	16,73	16,73	16,73
Pinheiro bravo / Pinheiro manso	79,90	79,90	-
Pinheiro bravo / Pinheiro manso	6,48	6,48	-
Pinheiro bravo/ Pinheiro manso	13,54	13,54	46,01
Pinheiro manso / Pinheiro bravo	247,66	251,34	80,20
Pinheiro manso / Pinheiro bravo (Plantação)	147,43	147,43	146,77
Pinheiro manso / Pinheiro bravo / Eucalipto	9,01	9,01	9,01
Sobreiro / Pinheiro manso / Pinheiro bravo	7,62	7,62	8,20
<b>Área Total</b>	<b>7183,75</b>	<b>7183,76</b>	<b>6856,88</b>

## 1.2. Inventário Florestal

O resultado da aplicação da ferramenta – Polígonos de Thiessen – do *software* ArcGis 9.3 aos pontos representativos dos centros das parcelas do IF da HC, cerca de 266 de um total de 300, encontra-se patente na Figura 47. Este foi cortado, *a posteriori*, pelo limite da HC, ficando como o ilustrado na Figura 48.

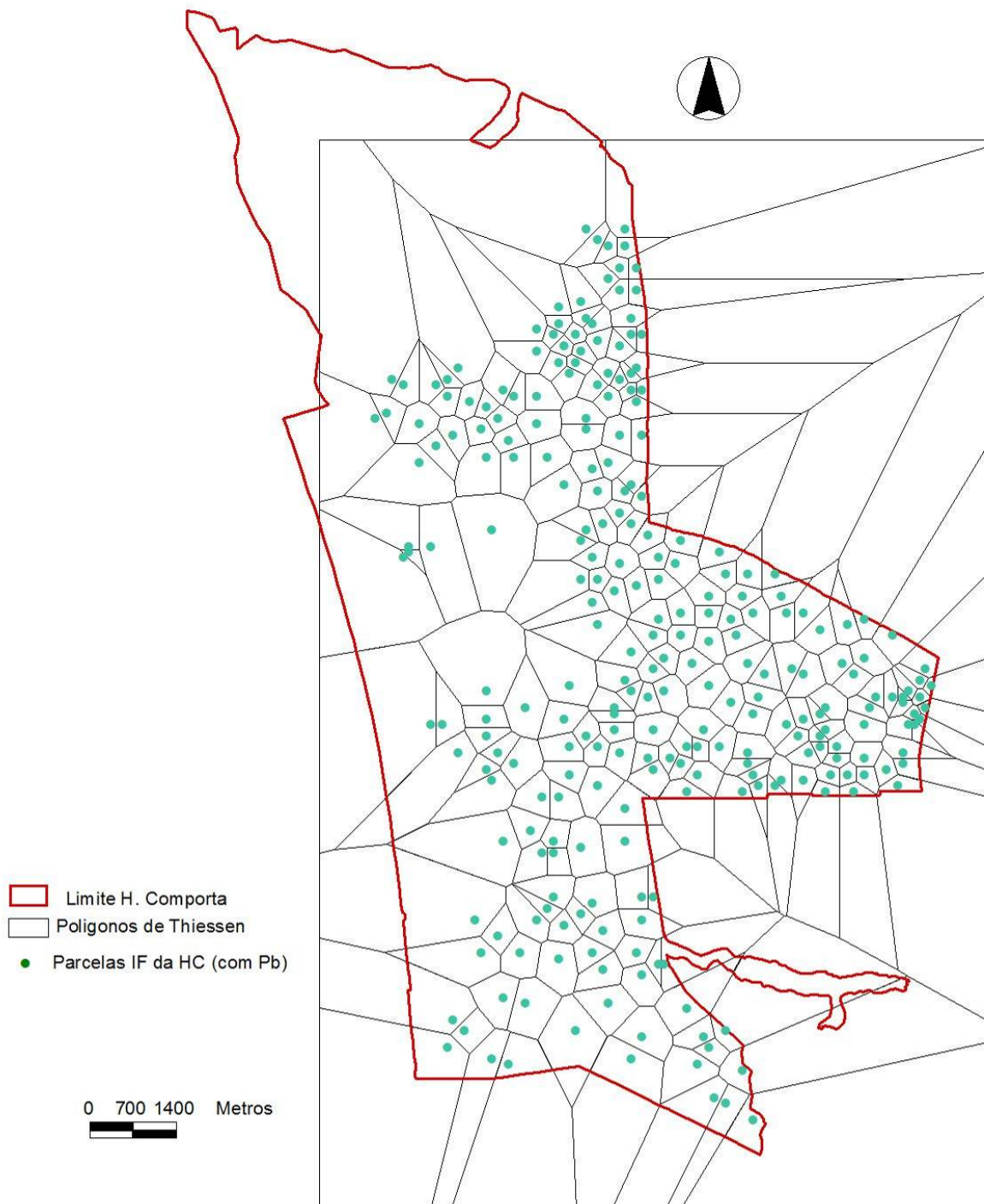
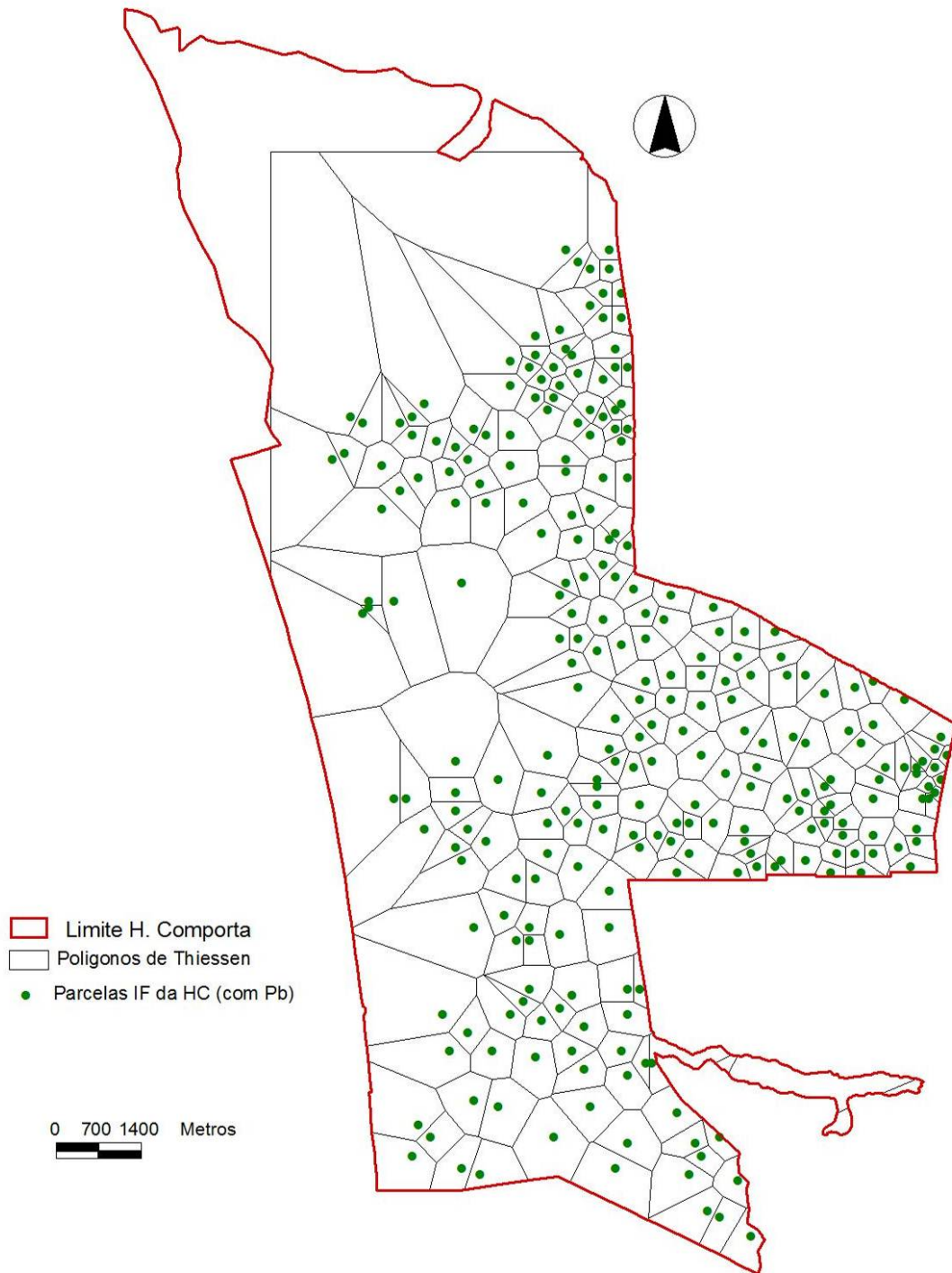


Figura 47 – Resultado da aplicação da ferramenta polígonos de Thiessen



**Figura 48** – Polígonos de Thiessen resultantes das parcelas de IF da HC

Desta operação derivou a *shapefile* presente na Figura 49. Na base de dados resultante está a informação das parcelas do IF da HC, bem como a tipologia de ocupação do solo, no ano de 2008.

Alcançámos assim a primeira cartografia com valores de densidade de Pinheiro bravo para o ano de 2009. Este resultado foi o primeiro grande produto obtido, que nos serviu de base impulsionadora para os próximos resultados a apresentar.

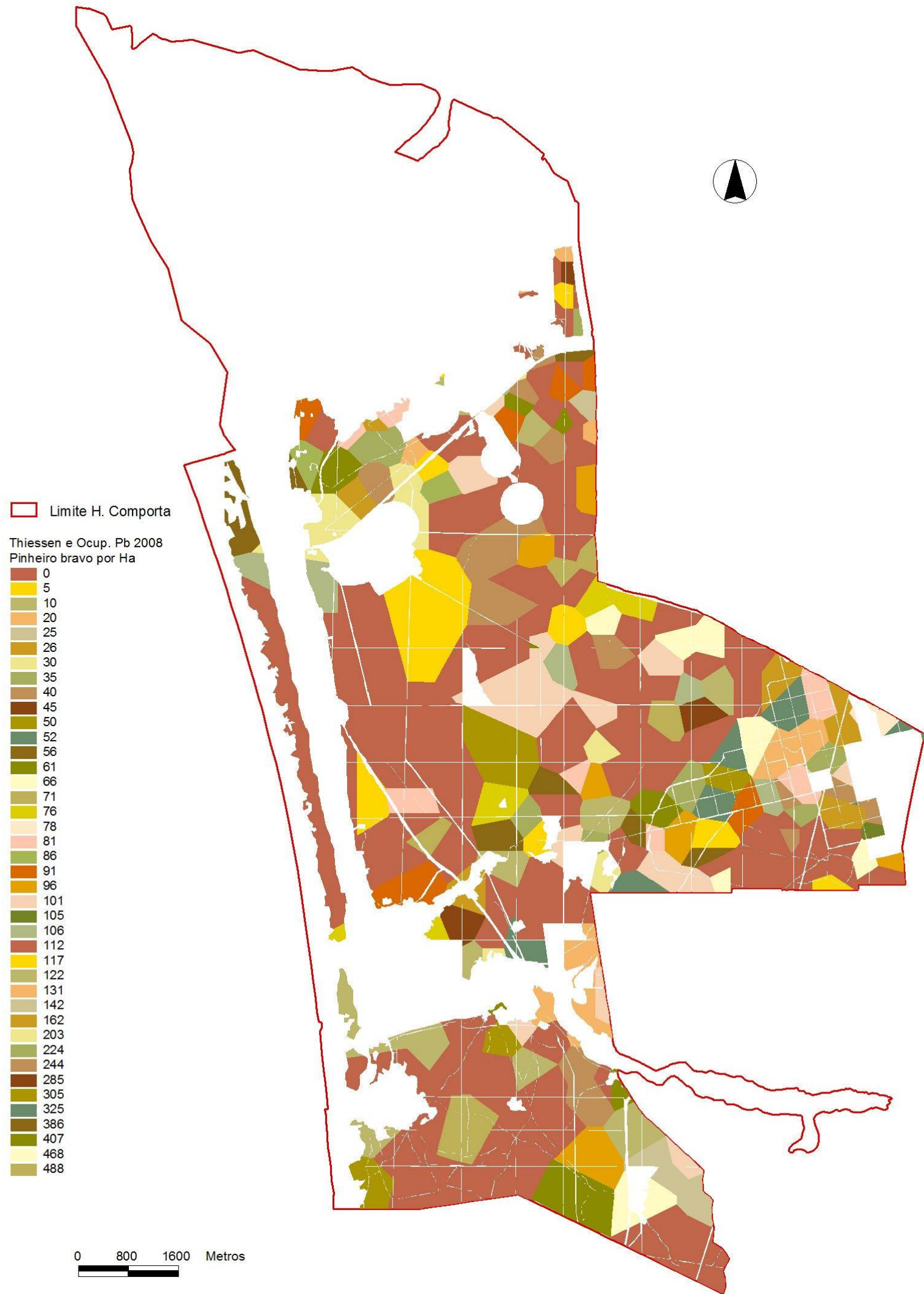


Figura 49 – Polígonos de Thiessen e Ocupação do solo (Pb) no ano de 2008

## 2. ANÁLISE DA MORTALIDADE DO PINHEIRO BRAVO NA HERDADE DA COMPORTA

### 2.1. Delineamento das Manchas de Pb com ocorrência de Erradicação de 1999 a 2009

As operações de controlo do NMP na Herdade da Comporta foram iniciadas no ano 2000 (campanha de 1999/2000) e desenvolvidas anualmente até aos dias de hoje. Neste trabalho utilizaram-se os dados recolhidos desde a campanha de 1999/2000 até à de 2008/2009.

Até à campanha de 2006/2007, na HC foi utilizada a base cartográfica do PROLUNP. No ano de 2007/2008 não foram realizadas as operações anuais, retomando-se os trabalhos em 2008/2009. Contudo, nesta campanha os trabalhos adoptaram novas bases de orientação no campo, mas como se pretendia coerência nos valores de erradicação procedeu-se a ajustamentos, e assim todas as campanhas estariam assentes na mesma base cartográfica. Para tal, realizou-se a redistribuição dos valores da campanha de erradicação 2006/2007 do qual resultou a *shapefile* representada na Figura 50. No entanto, as cartas 733, 734 e 735 não apresentavam qualquer tipo de árvores erradicadas, o que não fazia muito sentido, uma vez que, da análise prospectiva efectuada, especificamente desde 1999, estas áreas apresentam sempre valores associados. Assim, realizou-se nova redistribuição (Figura 51).

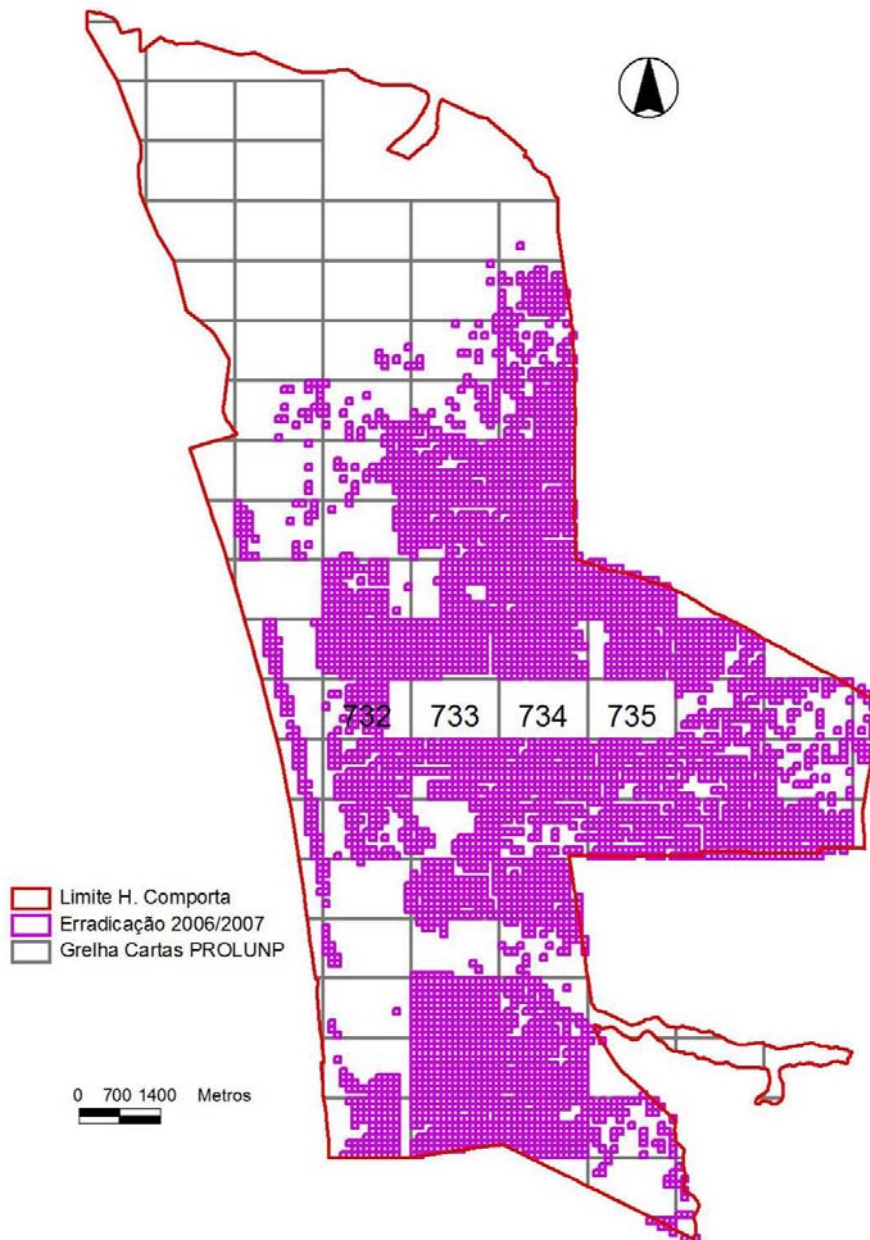
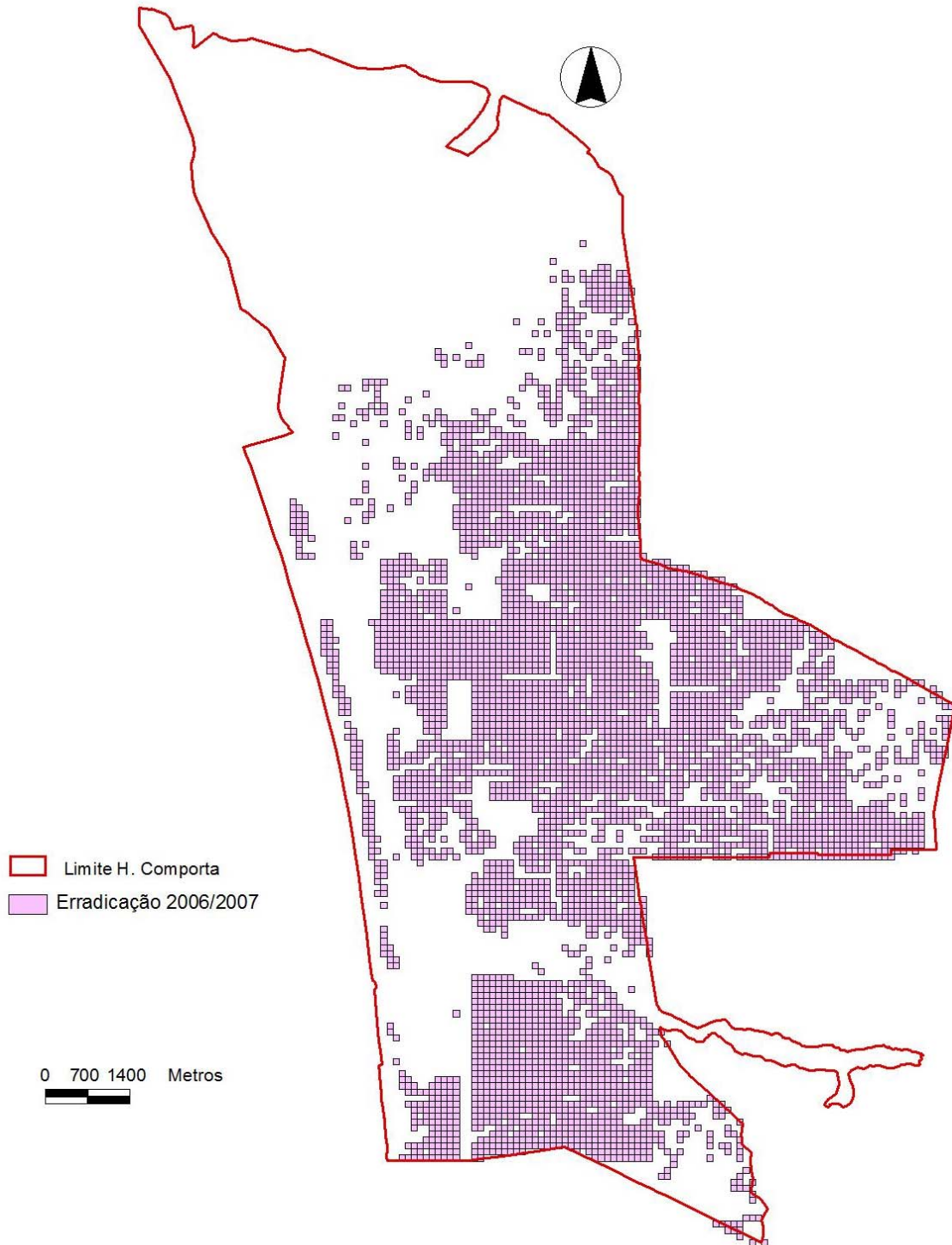


Figura 50 – Erradicação 2006/2007 – cartas sem valores



**Figura 51** – Erradicação 2006/2007 – cartas com valores

Ao analisarmos os dados da campanha de 2008/2009, notou-se que a base cartográfica seguida não era a mesma das campanhas anteriores. Assim, efectuaram-se ajustamentos e redistribuição do número de árvores abatidas. Salientamos que os dados de 2008/2009 correspondem a duas campanhas de controlo e combate ao NMP, na HC, pois a do ano anterior (2007/2008) não tinha ocorrido.

O resultado desta operação de redistribuição e rectificação dos talhões da HC com os mapas do PROLUNP encontra-se expresso na Figura 52.

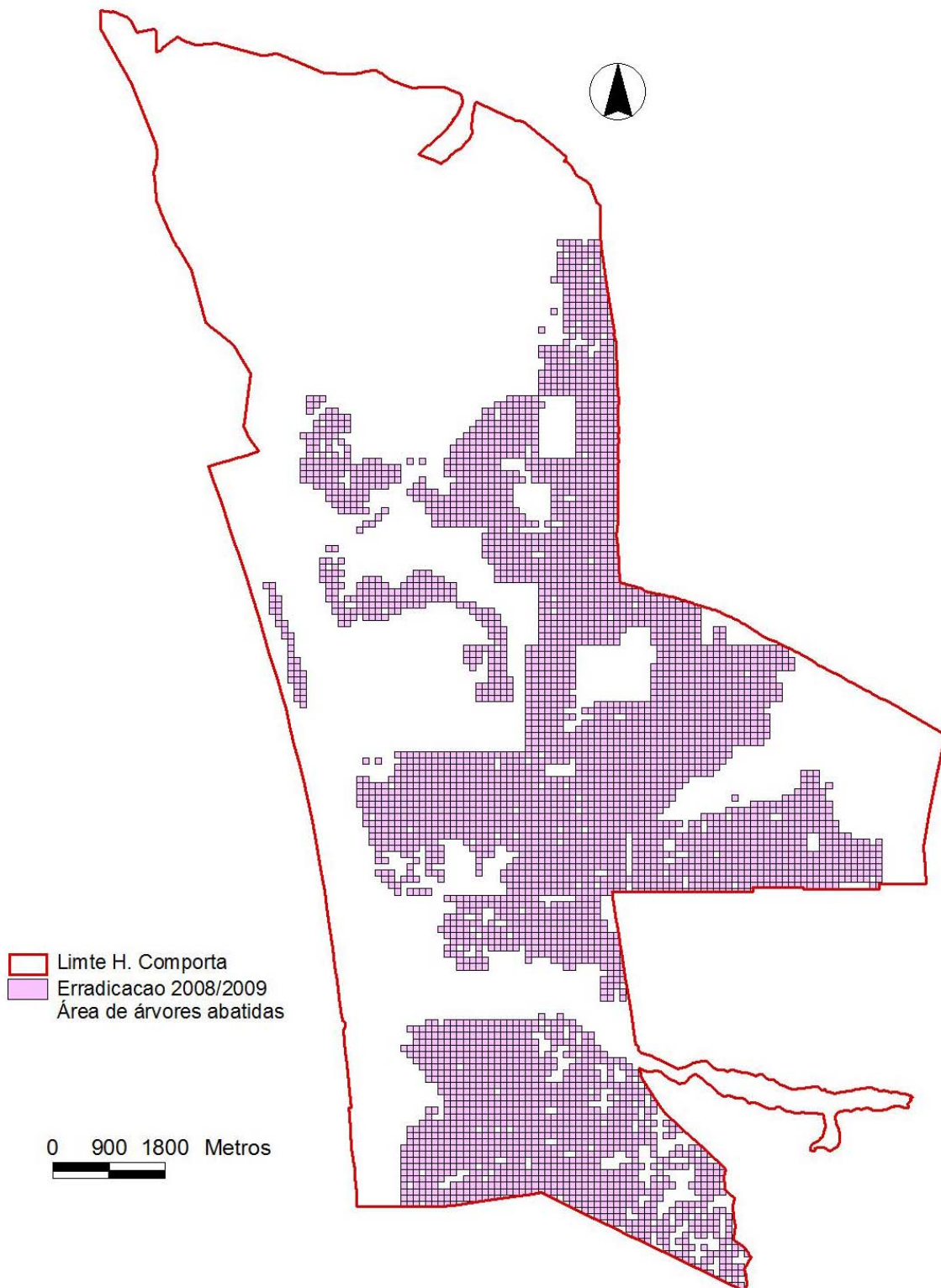


Figura 52 – Erradicação 2008/2009 na Herdade da Comporta

Após se terem realizado todas as redistribuições e rectificações com vista à coerência dos dados de erradicação, procedeu-se à união dos dados de todas as campanhas ocorridas na Herdade da Comporta, desde 1999 até 2009. O resultado foi uma *shapefile* com todos os anos de erradicação (Figura 53), desde 1999 até 2009 para a Herdade da Comporta.

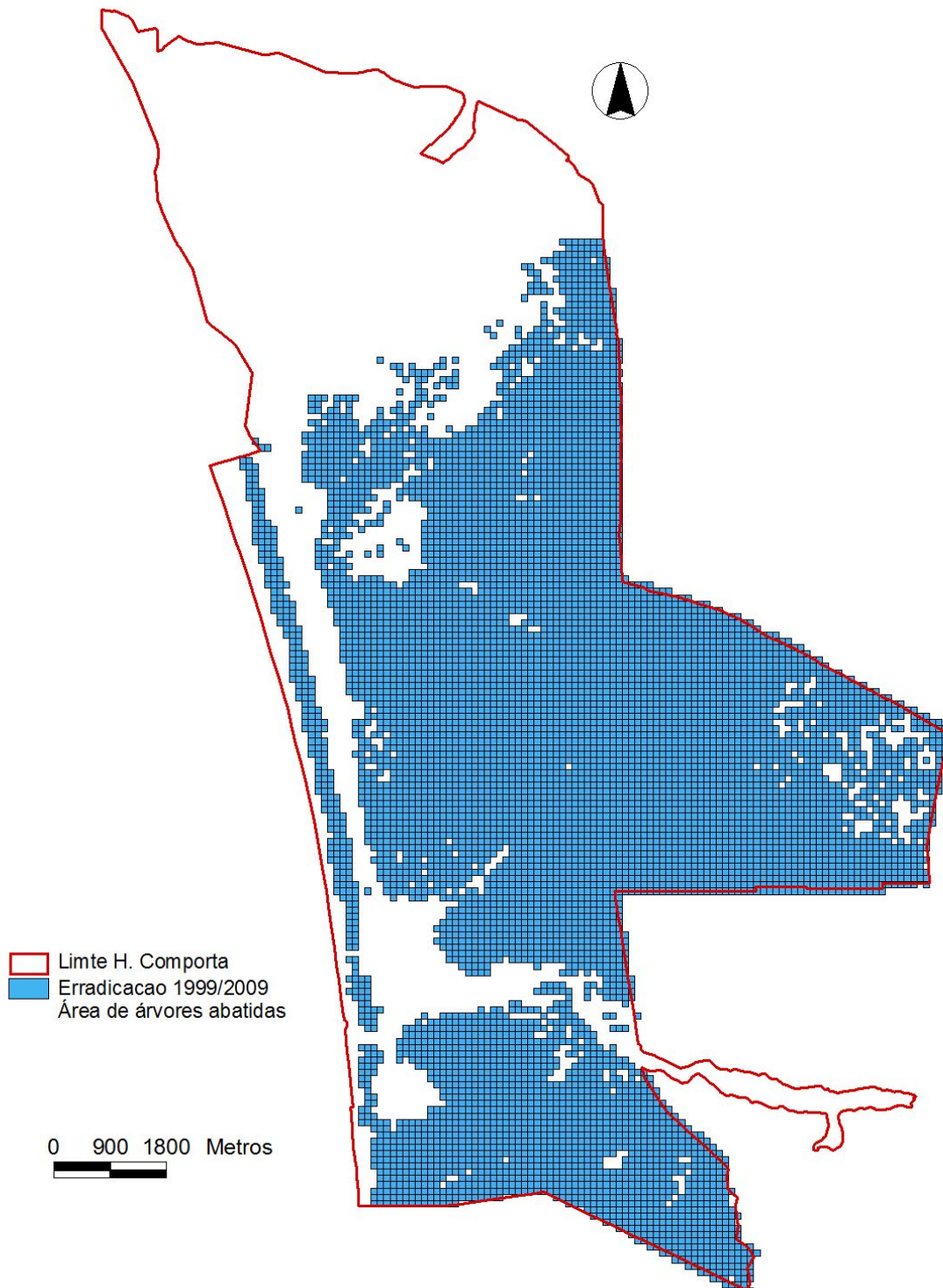


Figura 53 – Erradicação 1999/2009 na Herdade da Comporta

### 3. ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO PINHEIRO BRAVO FACE À DOENÇA DA MURCHIDÃO DO PINHEIRO

O último exercício realizado resultou do cruzamento directo entre a base de dados de todas as campanhas de erradicação e as manchas de densidade de Pinheiro bravo, em 2009. O ponto de partida foi o número de árvores por hectare (densidade) no ano de 2009. A este valor somámos os valores de erradicação de 2008/2009 e, desta forma, extrapolámos que o resultado obtido correspondia à densidade (número de árvores por hectare) das manchas de Pinheiro bravo no ano de 2008, e assim sucessivamente, ou seja, realizámos este procedimento para os restantes anos até 1999. O resultado cartográfico deste exercício encontra-se ilustrado nas figuras remetidas em anexo (Figuras 57 a 67).

A partir deste resultado, conseguimos extrapolar os mapas da HC relativos aos valores de densidade do Pinheiro bravo desde o ano de 1999 até 2009, que serão o nosso ponto de partida para os futuros trabalhos a desenvolver, e nos quais podemos observar os diversos padrões, que se encontram associados ao decréscimo dos exemplares de Pinheiro bravo.

Através da base de dados podemos extrapolar que o número total de exemplares de Pinheiro bravo em 2000 era de 1 577 759, enquanto em 2004 seriam de 1 460 685, verificando-se um decréscimo de aproximadamente 117 074 árvores. No intervalo decorrente entre 2004 e 2008, o número de árvores abatidas foi aproximadamente superior ao registado anteriormente, isto é, cerca de 321 170.

A densidade das manchas de Pinheiro bravo, presentes de 1999 a 2009, apresentava uma gama de valores bastante diversificada (Quadro 15). Esta gama tão extensa dificultou-nos o entendimento da distribuição do Pinheiro bravo, ao longo desta década. Como forma de ultrapassar este impedimento e possibilitar a observação da sua evolução foram estabelecidas 7 classes de densidade representadas no Quadro 15.

Através da observação das Figuras 54 e 55 podemos concluir que as classes 1 e 2 são aquelas que apresentam um acréscimo ao longo dos dez anos em detrimento das classes 3 e 4. Já as classes com maior densidade de Pinheiro bravo, isto é a 6 e a 7 não apresentam variações, ou as que apresentam são insignificantes, ao longo da década em análise. Desta forma poderemos pensar que o *Monochamus galloprovincialis* tem preferência pelos povoamentos que apresentem uma densidade entre as 141 e as 364 árvores por hectare, não sendo os povoamentos muito densos ou aqueles que apresentem clareiras a sua primeira escolha.

Quadro 15 – Área das densidades de Pinheiro bravo entre 1999 e 2009 na Herdade da Comporta

Classe de Densidade	Ano										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1 (0-63)	2074,23	2085,76	2110,26	2162,34	2208,74	2286,54	2415,77	2703,09	2974,55	2974,55	3340,84
2 (64-140)	1817,07	1813,97	1840,78	1836,03	1872,24	1933,73	2046,24	2181,49	2187,87	2187,87	2172,53
3 (141-232)	2102,74	2096,82	2072,32	2071,93	2048,33	1996,89	1900,41	1805,5	1677,29	1677,29	1462,16
4 (233-364)	1276,07	1275,56	1260,01	1228,59	1210,74	1158,14	1063,69	808,03	673,36	673,36	572,17
5 (365-596)	446,18	442,18	433,86	422,78	391,89	359,14	313,77	247,51	240,33	240,33	254,56
6 (597-2045)	274,76	274,76	273,82	269,38	259,11	256,61	252,17	245,43	237,65	237,65	189,84
7 (2046-4542)	119,49	119,49	119,49	119,49	119,49	119,49	119,49	119,49	119,49	119,49	118,44
<b>TOTAL (ha)</b>	<b>10109,54</b>	<b>10108,54</b>	<b>10111,54</b>	<b>10112,54</b>	<b>10113,54</b>	<b>10114,54</b>	<b>10116,54</b>	<b>10116,54</b>	<b>10117,54</b>	<b>10118,54</b>	<b>10119,54</b>

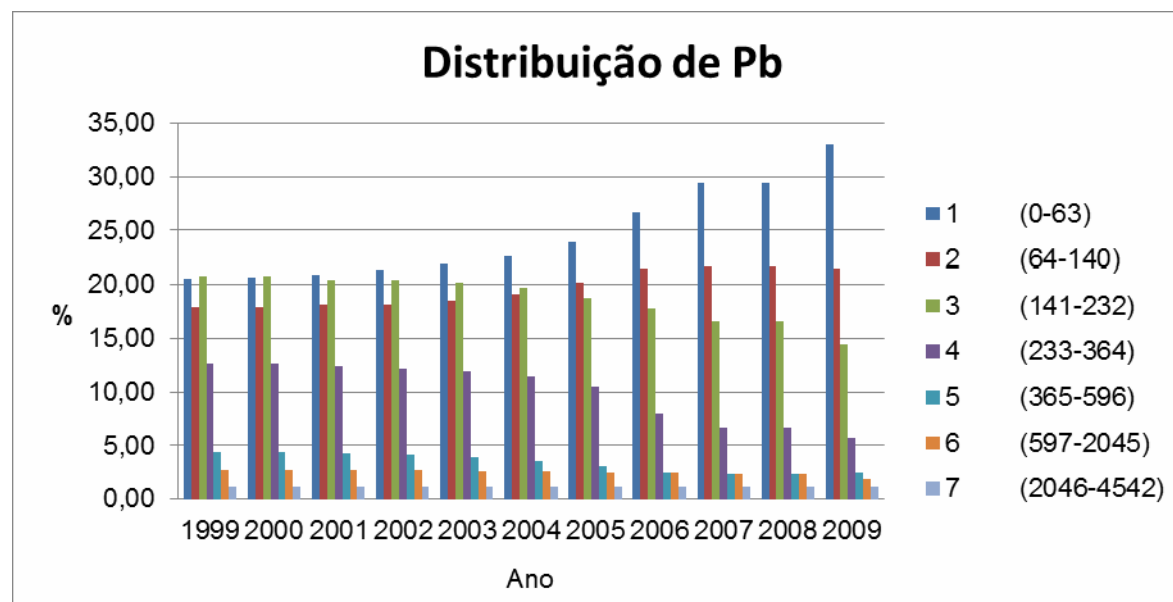
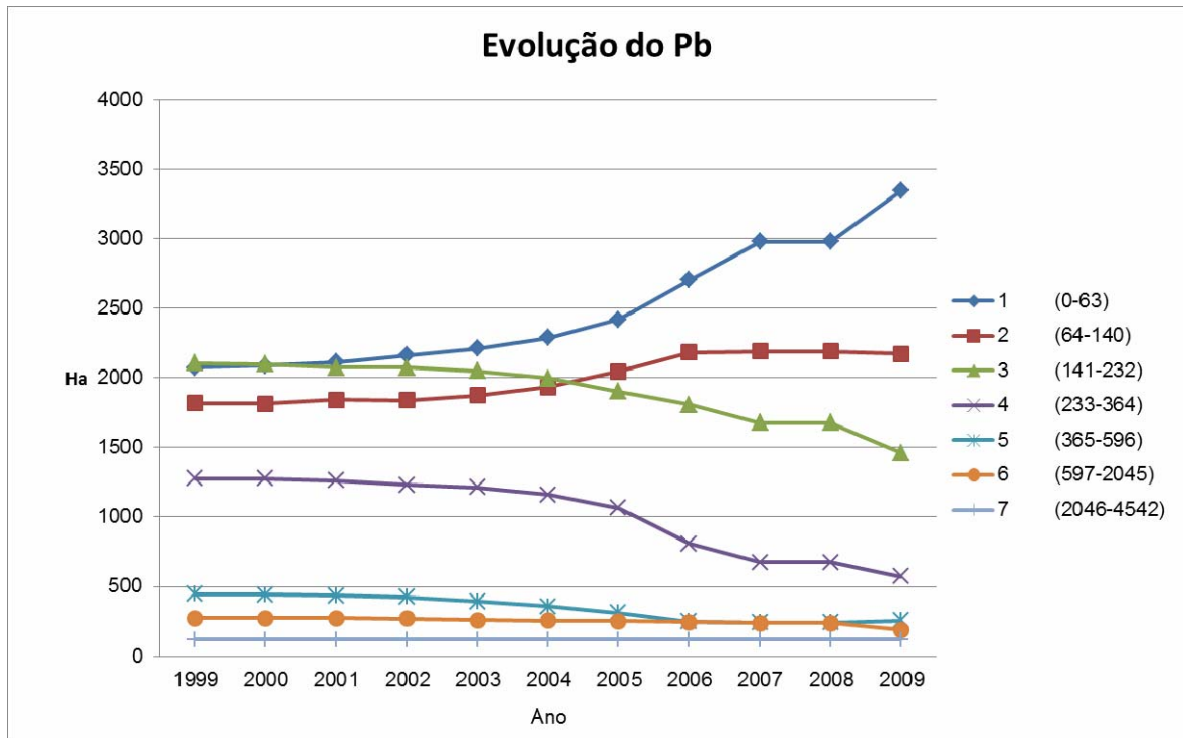


Figura 54 – Distribuição das classes de densidade de pinhal entre 1999 e 2009 na Herdade da Comporta



**Figura 55** – Evolução da área de Pinhal entre 1999 e 2009 na Herdade da Comporta

Tendo por base as Figuras 54 e 55, verificamos que a classe de densidade 1 apresenta uma tendência de crescimento contínuo, enquanto a classe 2 tende a estabilizar. Desta forma, prevemos que, futuramente os povoamentos de Pinheiro bravo, na Herdade da Comporta, apresentem na sua grande maioria densidades até às 140 árvores por hectare. Contudo, não podemos concluir que esta tendência resulte da preferência do NMP por povoamentos cujo número de árvores por hectare varie entre 141 e 596, mas sim dos cortes sanitários que tem vindo a ser realizados.

### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objectivo de estudo o desenvolvimento de uma análise que nos fornecesse algumas ideias relativamente à evolução e tendências dos povoamentos de Pinheiro bravo, na Herdade da Comporta.

Em 1815, a região onde se insere a nossa área de estudo tinha uma escassíssima cobertura florestal, encontrando-se o solo fundamentalmente coberto por charnecas e mato rasteiro. Em 1910 as vinhas, as charnecas e os pinhais mansos apresentavam grande domínio de ocupação. A da Carta Agrícola e Florestal desenvolvida pelos serviços da Comissão Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, no decurso dos anos 50 do século passado, bem como as cartas do Inventário Florestal Nacional, produzidas pelos Serviços Florestais nos anos 60, reflectem as grandes operações de arborização regional com pinhal e eucaliptal.

A regeneração natural decorrente dos povoamentos instalados e as novas plantações de Pinheiro bravo fizeram com que esta espécie viesse ocupar a região e substituir as vastas áreas de “charneca inculta”, bem como as áreas de pinhal manso.

Desde 1999 que ouvimos falar do NMP e das suas consequências no decréscimo e degradação do Pinhal bravo. Pensando na presença marcante desta espécie na zona de estudo, na necessidade de perpetuar esta espécie arbórea e de controlar a doença que a tem dizimado, quisemos desenvolver este trabalho com vista à obtenção de ideias e resultados que traduzam a evolução do pinhal e as tendências do ataque desta praga futuramente ao nível destes povoamentos. Para tal, foram trabalhados alguns dados e testadas metodologias para alcançarmos os nossos objectivos, na maioria das vezes com recurso a instrumentos SIG.

A primeira tarefa realizada foi a produção das cartas de ocupação do solo da HC, nos anos 2000, 2004 e 2008, a qual teve por base a identificação das unidades cartográficas homogéneas desta propriedade, directamente no computador, sobre os ortofotomapas e como ferramenta de trabalho os programas Arcview 3.3 e ArcGis 9.3. Contudo seria interessante efectuar no terreno a validação das cartografias produzidas, empreitada que remetemos para a lista de trabalhos a desenvolver futuramente.

Com base no ficheiro que resultou do inventário florestal da HC, realizámos a nossa segunda tarefa, isto é, seleccionámos as parcelas que mesmo não coincidindo com povoamentos, puros ou mistos, de Pinheiro bravo, tivessem na sua composição exemplares desta espécie, e foi a partir desta base que aplicámos a ferramenta SIG – polígonos de Thiessen. Da aplicação deste instrumento aos pontos representativos dos centros das parcelas do IF da HC, cerca de 266, obtivemos como resultado uma cartografia, à qual se encontra associada uma *shapefile* com a informação necessária para calcularmos o número de árvores por hectare – densidade. Alcançámos assim a primeira cartografia com valores de densidade de Pinheiro bravo para a HC, no ano de 2009.

As 266 parcelas de amostragem encontravam-se distribuídas por cerca de 6700 ha de pinhal bravo, o que significa que cada ponto seria representativo de 25 ha. Contudo, esta representatividade é insuficiente, uma vez que, a alguns polígonos de Thiessen deveriam estar associados mais do que um ponto de amostragem. Desta forma, concluímos que, de futuro, deveríamos ponderar o aumento do número de parcelas de amostragem, bem como da actualização dos valores recolhidos, com vista a obtermos um retrato mais fidedigno da realidade florestal da HC. Por outro lado, somos da opinião que,

também aqui, se deveria efectuar uma verificação no terreno, designadamente porque nalguns casos o número de pinheiros bravos é reduzido comparativamente com o observado através da imagem aérea.

Em 1999 o NMP foi detectado em Portugal, na Península de Setúbal. Julga-se que o comércio internacional de bens, que teve como destino o porto de Setúbal, difundiu a introdução de uma nova ameaça para os pinhais bravos de Portugal – o Nemátodo da Madeira do Pinheiro (NMP).

Neste sentido, foi elaborado em 1999 o Programa Nacional de Luta contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro – PROLUNP – com os objectivos de restringir o NMP aos seus limites geográficos, implementar medidas de controlo com vista à erradicação deste agente e fazer a sua monitorização a nível nacional.

Assim, desde o ano em que se detectou a presença do NMP, em Portugal, foram estabelecidas medidas de protecção fitossanitária e implementadas acções com o objectivo de controlar, evitar a dispersão e erradicar, tanto quanto possível, o NMP. No entanto, o alastramento da doença está dependente da associação entre o nemátodo e os insectos vectores. No nosso país o vector exclusivo do NMP é o capricórnio – *Monochamus galloprovincialis*.

A aplicação conjunta de meios de luta cultural, como o corte, destruição atempada de todas as árvores mortas, durante o Inverno, e a eliminação de todo o material da copa, bem como estratégias de luta biotécnica, ou seja, a instalação de armadilhas iscadas com atractivos para capturar os insectos adultos, torna possível diminuir drasticamente a mortalidade causada pelo NMP. No entanto, a permanência dos pinheiros mortos no povoamento durante todo o Verão e Outono possibilitou um meio de proliferação desta e de outras pragas ou doenças (Figura 56).



**Figura 56** – Resíduos de erradicação na Herdade da Comporta

Mesmo que as operações realizadas na HC demonstrem que é possível controlar a mortalidade associada à infecção pelo nemátodo, por muito eficazes que sejam as medidas de controlo haverá sempre um conjunto residual de pinheiros e insectos vectores infectados, que potenciará a prossecução

da doença. Mesmo que as operações de eliminação do material vegetal infectado resultem na limitação populacional de *M. galloprovincialis*, a actividade humana é a segunda razão causal da dispersão a longa distância, através do transporte de madeira infestada. Prova disso foi, na Primavera de 2008, ter-se descoberto o NMP na zona centro do país, mais concretamente no distrito de Coimbra (região da Lousã e Arganil) e, mais recentemente, em Espanha, na Galiza e na Estremadura.

As operações de controlo do NMP na Herdade da Comporta foram iniciadas no ano 2000 (campanha de 1999/2000) e desenvolvidas anualmente até à actualidade. A terceira tarefa levada a cabo neste trabalho teve como base os dados recolhidos desde a campanha de 1999/2000 até à de 2008/2009, os quais foram cruzados com cartografia com valores de densidade de Pinheiro bravo para a HC no ano de 2009. Por fim, o último exercício realizado baseou-se na aplicação directa ao nível da base de dados resultante da operação anterior. A partir deste resultado conseguimos extrapolar os mapas da HC relativos aos valores de densidade do Pinheiro bravo desde o ano de 1999 até 2009, que serão o nosso ponto de partida para os futuros ensaios a desenvolver, e nos quais podemos observar os diversos padrões, que se encontram associados ao decréscimo dos exemplares de Pinheiro bravo.

Com base nas cartografias de ocupação do solo resultantes da primeira operação pudemos concluir que o Pinheiro bravo foi sempre a espécie florestal dominante. Em 2000 e 2004 esta espécie fazia-se representar em cerca de 7180 ha da Herdade da Comporta, enquanto em 2008 a sua área era de aproximadamente 6900 ha. Pensamos que, apesar da área se ter mantido constante de 2000 para 2004, as densidades sofreram um decréscimo, uma vez que neste intervalo temporal as operações de abate e erradicação, levadas a cabo pelo PROLUNP, já estavam a ser implementadas. Pela base de dados do exercício final podemos extrapolar que o número total de exemplares de Pinheiro bravo, no ano 2000 era de 1 577 759, enquanto em 2004 seriam de 1 460 685, o que corresponde a um decréscimo de aproximadamente 117 074 árvores. No intervalo decorrente entre 2004 e 2008, o número de árvores abatidas foi aproximadamente três vezes superior ao registado anteriormente, isto é, cerca de 321 170.

O facto de em períodos temporais semelhantes ter ocorrido uma diferença tão acentuada do número de árvores abatidas deveu-se aos dois anos de seca extrema (2003 e 2005) coincidirem com o último intervalo, ou seja, de 2004 a 2008. Nestes dois anos, a elevada escassez dos recursos hídricos levou a que esta espécie ficasse mais susceptível aos ataques hostis das pragas e doenças, cuja consequência foi um acréscimo na mortalidade.

Os valores alcançados necessitam de uma validação no campo, o que nos foi totalmente impossível, devido ao volume de trabalho e ao factor tempo. No entanto, pretendemos fazê-lo, porque só assim poderemos prosseguir o ensaio de forma confiante e credível. Os resultados aqui apresentados referem-se, apenas, ao grupo I das tarefas a realizar no âmbito deste trabalho. Com base nos resultados alcançados e nas variáveis que caracterizam a Herdade da Comporta será possível alcançar o grupo II, daí termos realizado uma caracterização tão exaustiva da área de estudo. No entanto, mais uma vez devido ao factor tempo foi nos impossível realizar estes exercícios.

Finalmente, por cada resultado obtido neste trabalho surgiu um novo desígnio, que nos leva a comprovar a complexidade deste processo e as múltiplas questões que suscitam a continuação e actualização destes estudos, designadamente a realização das tarefas do grupo II, III e IV.

## V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1979), Distribuição da Floresta em Portugal Continental, áreas florestais por concelhos 1978, *Estudos e Informação*, n.º 284, *Serviços de Inventário Florestal e Cartografia*, Ministério da Agricultura e Pescas, Lisboa.
- (2001), Inventário Florestal Nacional. Portugal Continental. 3.ª Revisão, 1995-1998, Direcção-Geral de Florestas, Lisboa.
- (2006), Programa Nacional de Luta contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro - Manual de Formação para a Prospeção na Zona de Restrição, Divisão de Protecção e Conservação Florestal, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.
- (2006), Programa Nacional de Luta contra o Nemátodo da Madeira do Pinheiro – Normas Técnicas para Execução de Acções de Erradicação na Zona de Restrição e na Faixa de Contenção Fitossanitária, Divisão de Protecção e Conservação Florestal, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.
- (2007), Resultados do Inventário Florestal Nacional 2005/06, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.
- (2009), Inventário Florestal da Herdade da Comporta – Manual de medições de campo, Metacortex, Lisboa.
- (2009), Plano de Gestão florestal da Herdade da Comporta, Metacortex, Lisboa.
- ALBUQUERQUE, J. Pina Manique e, (1982), Carta Ecológica (Fito-edafo-climática), Carta 1:1 000 000), Atlas do Ambiente, Comissão Nacional de Ambiente, Lisboa.
- ALVES, A. A. Monteiro, (1988), Técnicas de Produção Florestal, Fundamentos, Tipificação e Métodos, 2.ª Edição, Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- AMADOR, Lúcia M. C., (2002), Ameaças e Oportunidades do Montado de Sobro na Península de Setúbal, Relatório do trabalho final do curso de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.
- BAETA NEVES, C. M. L.; Serrão Nogueira, C. D.; Cabral, M.T. & Ferreira, L. Cid, (1978), Sobre o ataque de insectos em pinheiros (*Pinus pinaster* Sol.) queimados, Boletim do Instituto Produtos Florestais Resinosos, n.º 22.
- CABRAL, J. S. M. N., (1959), Alguns elementos para o estudo da entomofauna do pinheiro bravo no concelho de Amarante, Direcção Geral dos Serviços Aquícolas, Lisboa.
- CALVET, N.; Jorge, L. & Henriques, P. C, (1997), Bosques e matas de Portugal, Soporcel, Lisboa.
- CAPELO, J. & Aguiar, C. (2005), História Holocénica dos Pinus em Portugal: uma interpretação geobotânica in Actas V Congresso Florestal Nacional,
- CORREIA, Alexandre V. & Oliveira, Ângelo Carvalho, (2003), Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal Zonas de influência marítima, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Direcção-Geral das Florestas, Lisboa.

- COSTA, José Carlos; Aguiar, Carlos; Capelo, Jorge Henrique; Lousã, Mário & Neto, Carlos, (1998), Biogeografia de Portugal Continental – Quercetea (0) 1-56, ALFA-FIP, Lisboa.
- COSTA, Joaquim V. Botelho da, (1995), Caracterização e constituição do solo, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- COSTA, M. A. S., (1995), Pinheiro bravo e pinheiro manso, exploração e tratamentos, Litexa Editora, 2.ª Edição, Lisboa.
- D.A.P.P., (2002), <http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/especies-florestais/pinheiro/pineco.html>.
- DGRF, (2003), PROLUNP – Plano Estratégico para a Erradicação do Nemátodo da Madeira do Pinheiro, MADRP, Lisboa.
- DGRF, (2006), PROLUNP – Manual De Formação para a Prospecção na Zona de Restrição, MADRP, Lisboa.
- DGRF, (2006), PROLUNP – Normas Técnicas para Execução de Acções de Erradicação, MADRP, Lisboa.
- DWINELL, L. D., (1997), The pinewood nematode: regulation and mitigation. *Ann Rev. Phytopathol*, 35.
- DWINELL, L. D. & Nicklen, W. R., (1989), An overview of the pinewood nematode ban in North America, Southeastern For. Exp. Station. USDA, 55.
- EPPO, (1986), Fiche informative sur les organismes de quarantaine *Bursaphelenchus xylophilus*. European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris.
- EPPO, (2006), Diagnostic protocols for regulated pest, *Bursaphelenchus xylophilus*. Quarantine pest for Europe, PM 7/4 (1).
- FERREIRA, M. C., (1993), Ecologia dos cerambicídeos dos ecossistemas florestais em Portugal, *Silva Lusitana*, 1 (1).
- FERREIRA, M. C.; Ferreira, G. W. S. & Fonseca, N., (1994), Manual de sanidade dos viveiros florestais, Ministério da Agricultura, Lisboa.
- FERREIRA, M. C., (1998), Manual dos Insectos Nocivos às Plantações Florestais, Plátano Edições Técnicas, Lisboa.
- FERREIRA, M. C & Cabral, M. T., (1999), Pragas do pinhal, Estação Florestal Nacional, Lisboa.
- FERREIRA, M. C. & Ferreira, G. W. S., (2001), Pragas das Resinosas – Guia de campo, Direcção-Geral de Desenvolvimento Rural (DGDRural), Lisboa.
- FRANCO, J. M., (2000), Zonas Fitogeográficas Predominantes, Nota Explicativa III.6, Atlas do Ambiente, Portugal, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Direcção Geral do Ambiente, Lisboa.
- GIL, L.; Gordo, J.; Alia, R.; Catálan, G. & Pardos, J. A., (1991), *Pinus pinaster* Aiton en el paisaje vegetal de la Peninsula Iberica, *Ecologia* (1).

- JOHNSTON, D. R; Grayson, A. J. & Bradley, R. T., (1977), Planeamento Florestal, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- MARQUES, Luís, Rosário, L., (1987), Património Natural do Distrito de Setúbal (Pré-Inventário), Associação dos Municípios do Distrito de Setúbal.
- MOTA, M. M.; Braach, H.; Bravo, M. A.; Penas, A. C.; Burgermeister, W.; Metge, K. & Sousa, E., (1999), First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe, *Nematology*, 1(7-8).
- MOTA, F.J., (1991), A propósito do pinheiro bravo, Direcção-Geral de Florestas, Informação 2 (8).
- NAVES, P. M.; Sousa, E. & Rodrigues, J. M., (2008), Biology of *Monochamus gallaprovincialis* in the pine wilt disease affected zone, Southern Portugal, *Silva Lusitana* 16 (2).
- OLIVEIRA, A. C.; Santos Pereira, J. & Correia, A. V., (2000), A silvicultura do pinheiro bravo, Centro Pinus, Lisboa.
- RIBEIRO, Orlando, (1991), Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico, Livraria Sá da Costa, Lisboa.
- RIVAS-MARINEZ, S.; Fernandez-González, F.; Pizarro, José M.; Sanchez-Mata, Daniel,, (1990), Biogeografía de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias, X jornadas de Fitossociologia, Granada.
- ROSÁRIO, Lúcio do; Souto Cruz, C.; Bento, P.; Amador, L.; Marques, B., (2008), Relatório Ambiental de Vale Perdido / Floresta Cultural da Comporta (Alcácer do Sal), Lisboa.
- ROSÁRIO, Lúcio do, (2002), Padrões dominantes da Ocupação do Solo da Península de Setúbal, Expresso- Dossiers Especiais (1540).
- SERRÃO-NOGUEIRA, C. D., (1990), A floresta portuguesa, Direcção-Geral de Florestas, Informação 1 (2).
- SILVA, Joaquim Sande; Mendes, A. C.; Oliveira, A. C.; Fabião, A.; Correia, A. V. Aguiar, C.; Capelo, J.; Catry, F., (2007), Pinhais e Eucaliptais – A floresta cultivada, *Árvores e Florestas de Portugal*, n.º 4, Fundação Luso-Americana, Público e Liga para a protecção da natureza, Lisboa.
- SOUSA, E.; Naves, P.; Bonifácio, L.; Penas, A.; Pires, J.; Bravo, M. & Serrão, M., (2000), O vector nemátodo da madeira do pinheiro em Portugal, *in* Actas do IV Congresso Florestal Nacional, Lisboa.
- SOUSA, Edmundo; Barros, M. Conceição; Lopes, Francisco J., (2007), Recolha de Informação sobre o Estado Sanitário das Florestas em Portugal Continental, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.
- SOUSA, Edmundo; Evangelista, M.; Rodrigues, J. M., (2007), Identificação e Monitorização de Pragas e Doenças em Povoamentos Florestais, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Lisboa.

- VASCONCELOS, T.; Machado, H.; Bonifácio, L.; Bragança, H.; Inácio, M. L. & Branco, M., (2007), Proteger a Floresta – Incêndios, pragas e doenças. Coleção *Árvores e Florestas de Portugal*, n.º 1, Fundação Luso-americana, Público e Liga para a protecção da natureza, Lisboa.
- VIEIRA, José Neiva, (2007), Floresta Portuguesa – Imagens de tempos idos, Coleção *Árvores e Florestas de Portugal*, n.º 8, Fundação Luso-americana, Público e Liga para a protecção da natureza, Lisboa.
- Autoridade Florestal Nacional, Ministério da Agricultura, Pescas e Desenvolvimento Rural: [www.afn.min-agricultura.pt](http://www.afn.min-agricultura.pt).
- Instituto do Ambiente, Atlas do Ambiente: [www.iambiente.pt](http://www.iambiente.pt).
- Instituto de Meteorologia: [www.im.pt](http://www.im.pt).
- Sistema Nacional de informação de Sistemas Hídricos – SNIRH. Disponível em: [www.snirh.pt](http://www.snirh.pt).

**VI. ANEXOS**

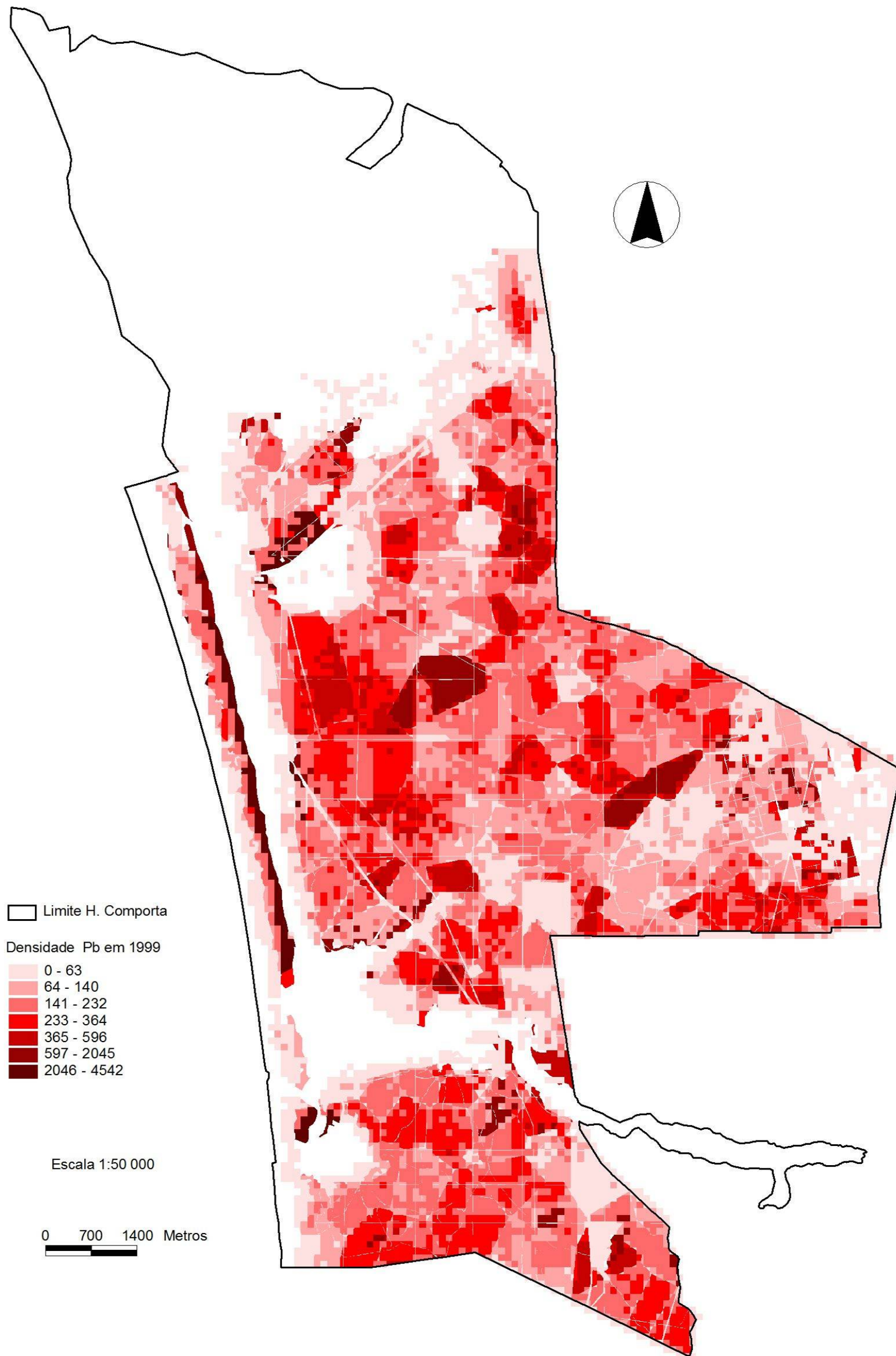


Figura 57 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 1999

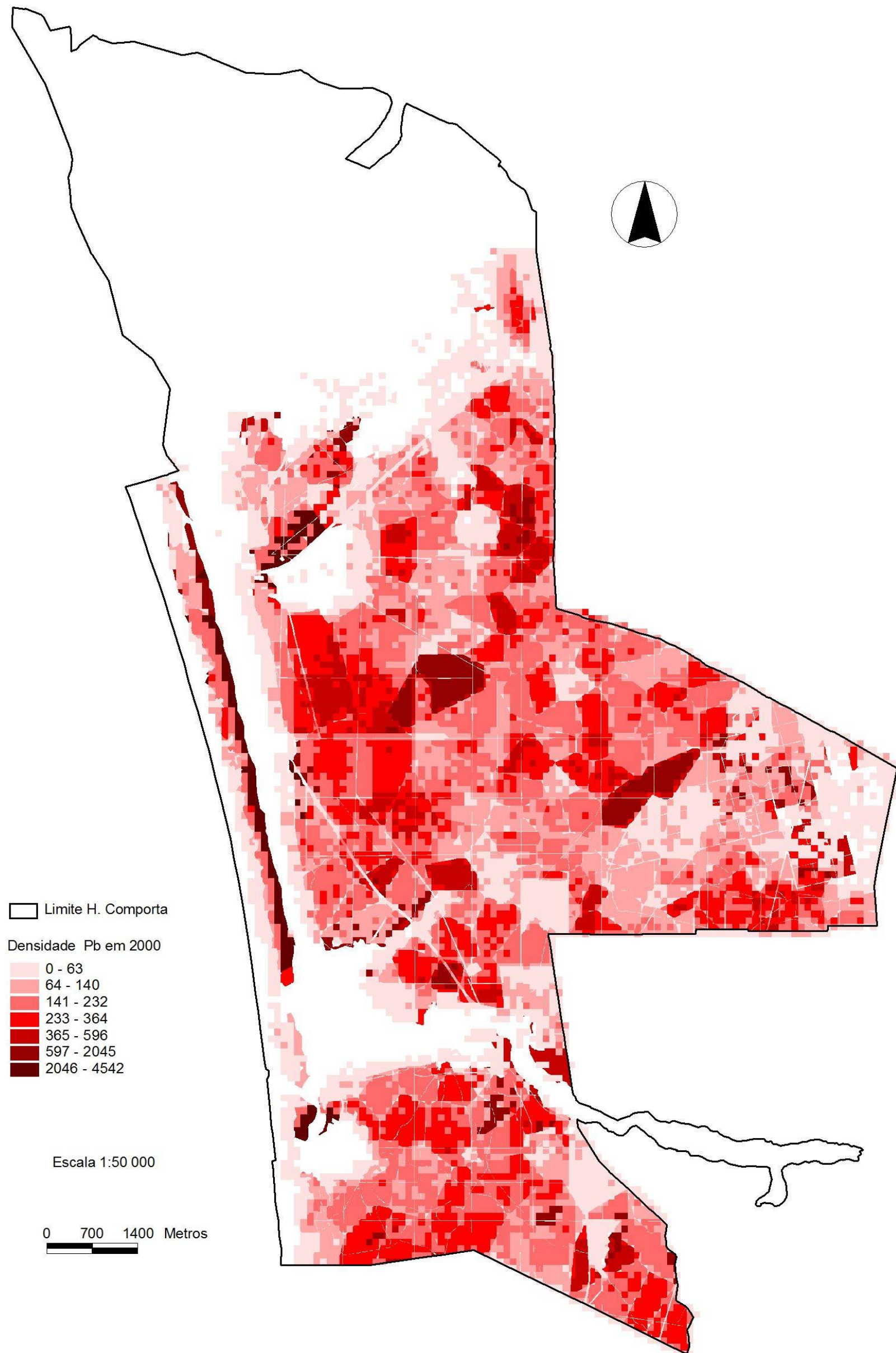


Figura 58 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2000

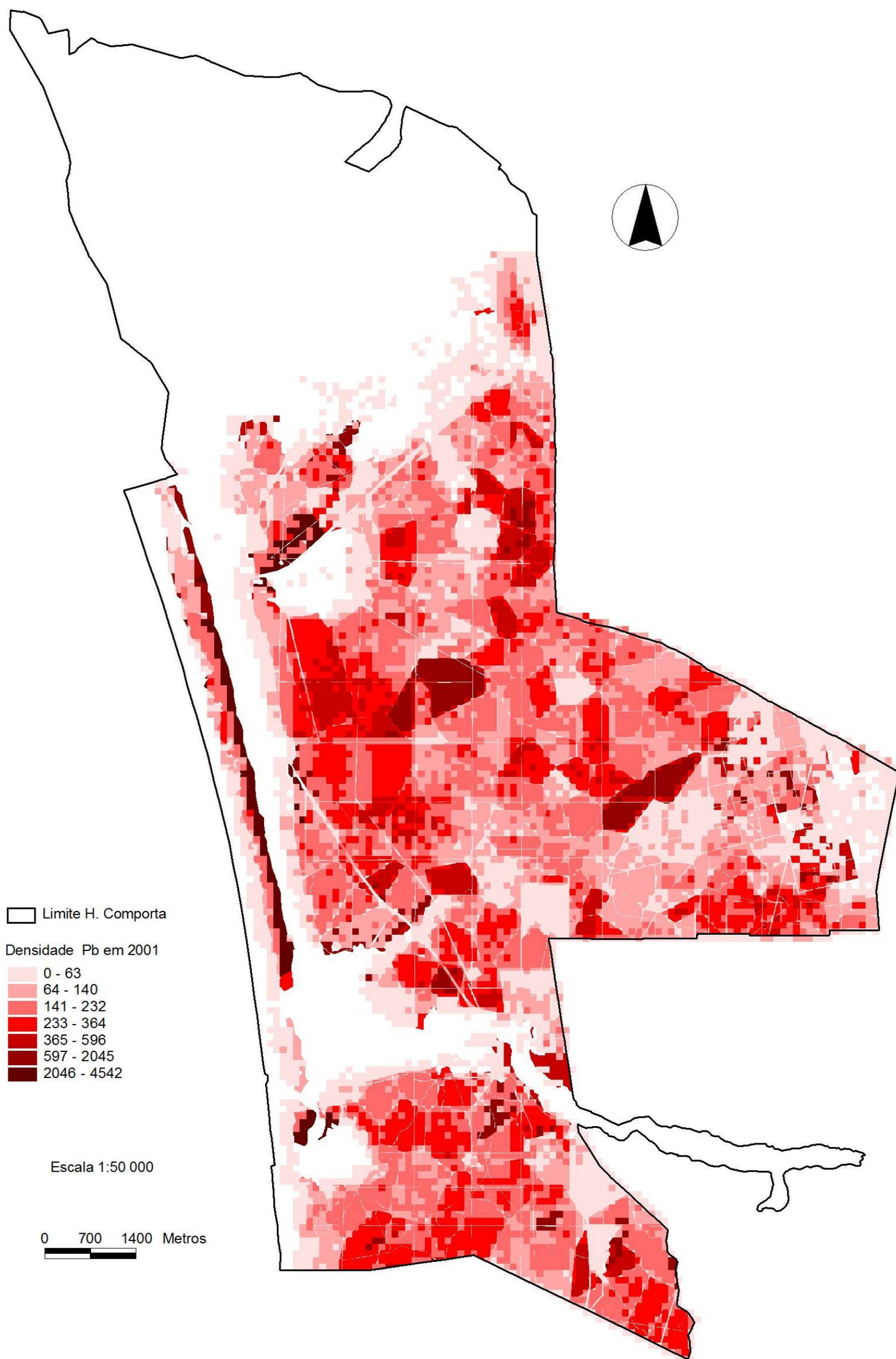


Figura 59 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2001

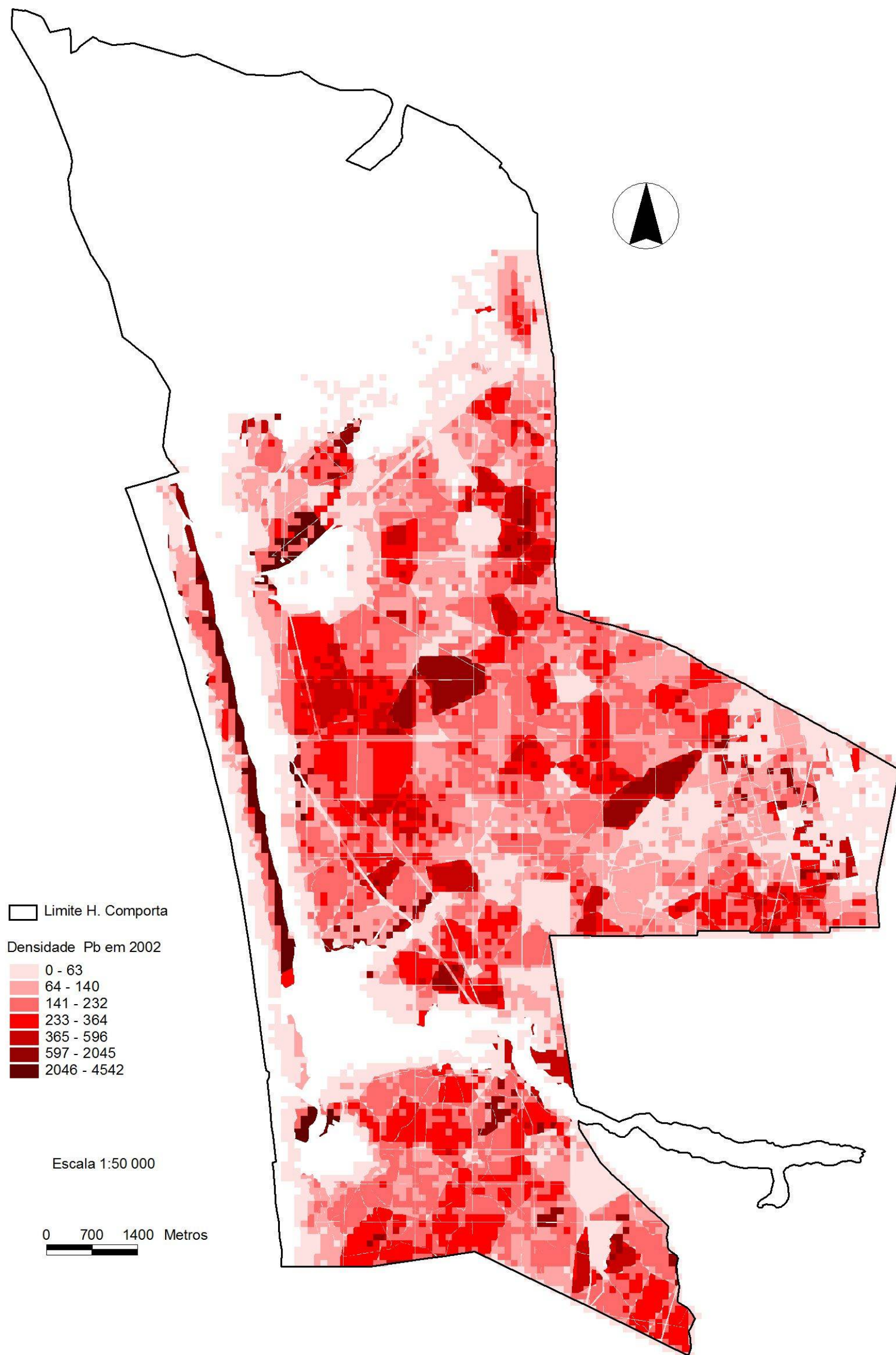


Figura 60 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2002

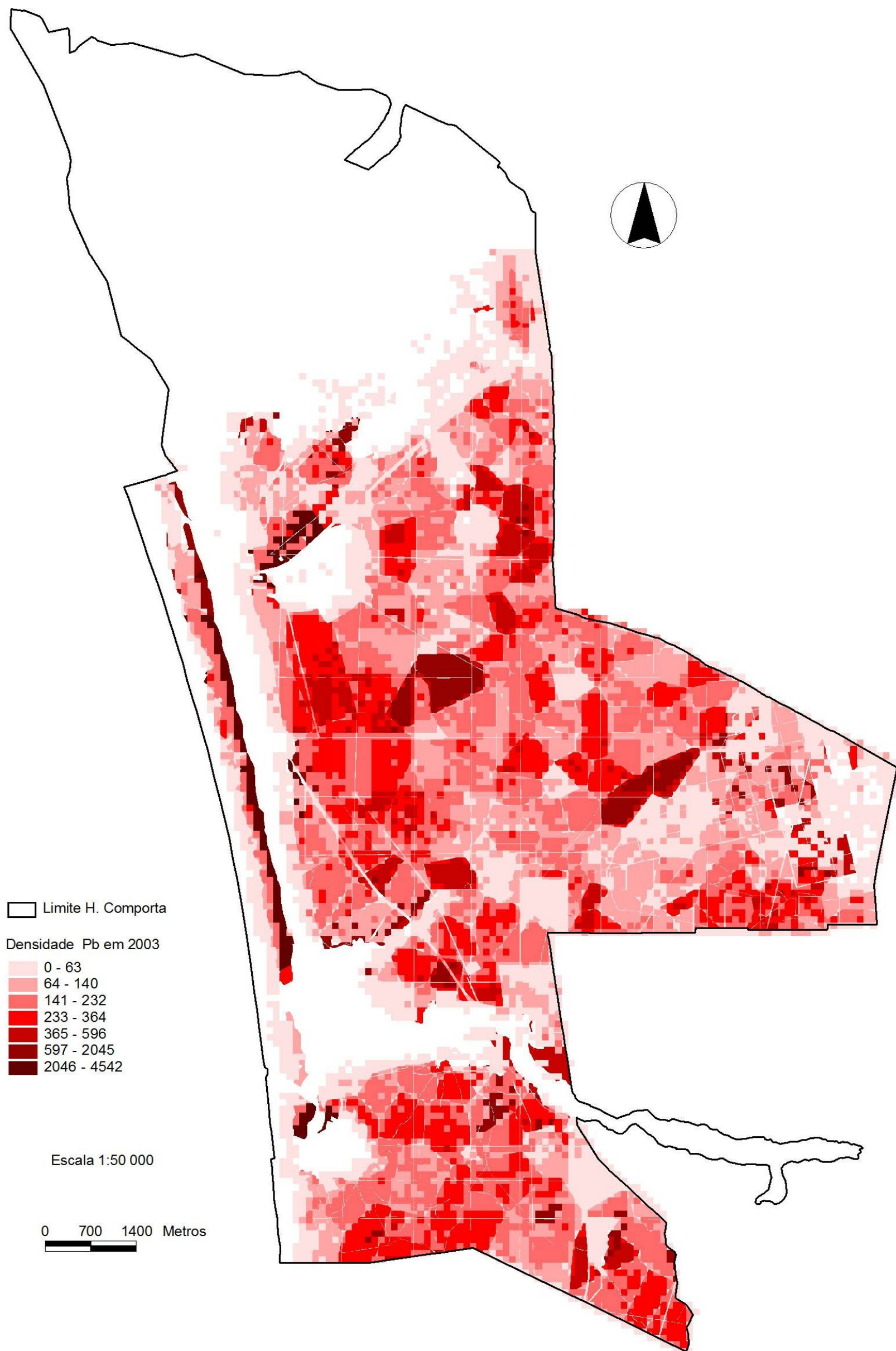


Figura 61 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2003

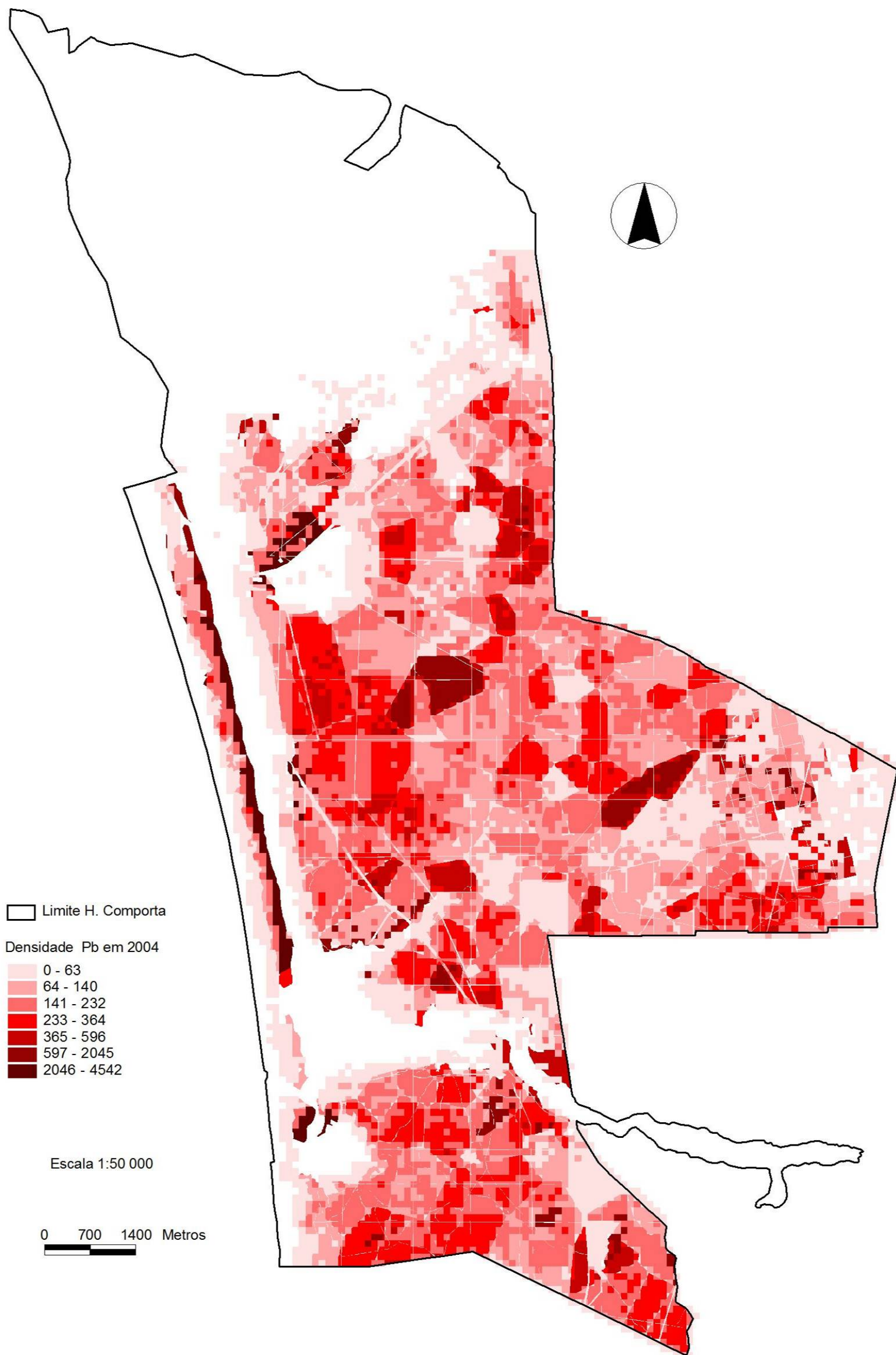


Figura 62 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2004

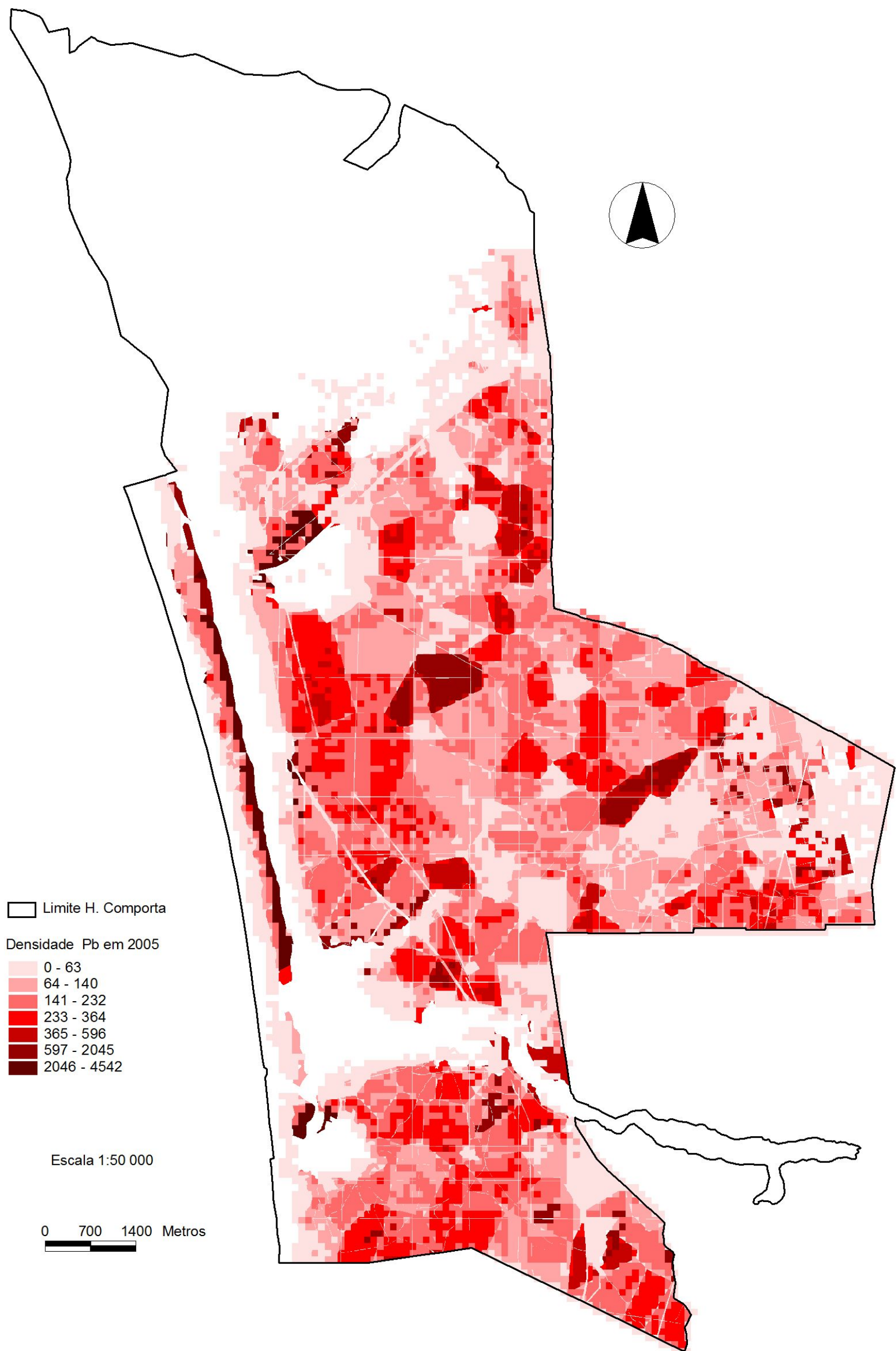


Figura 63 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2005

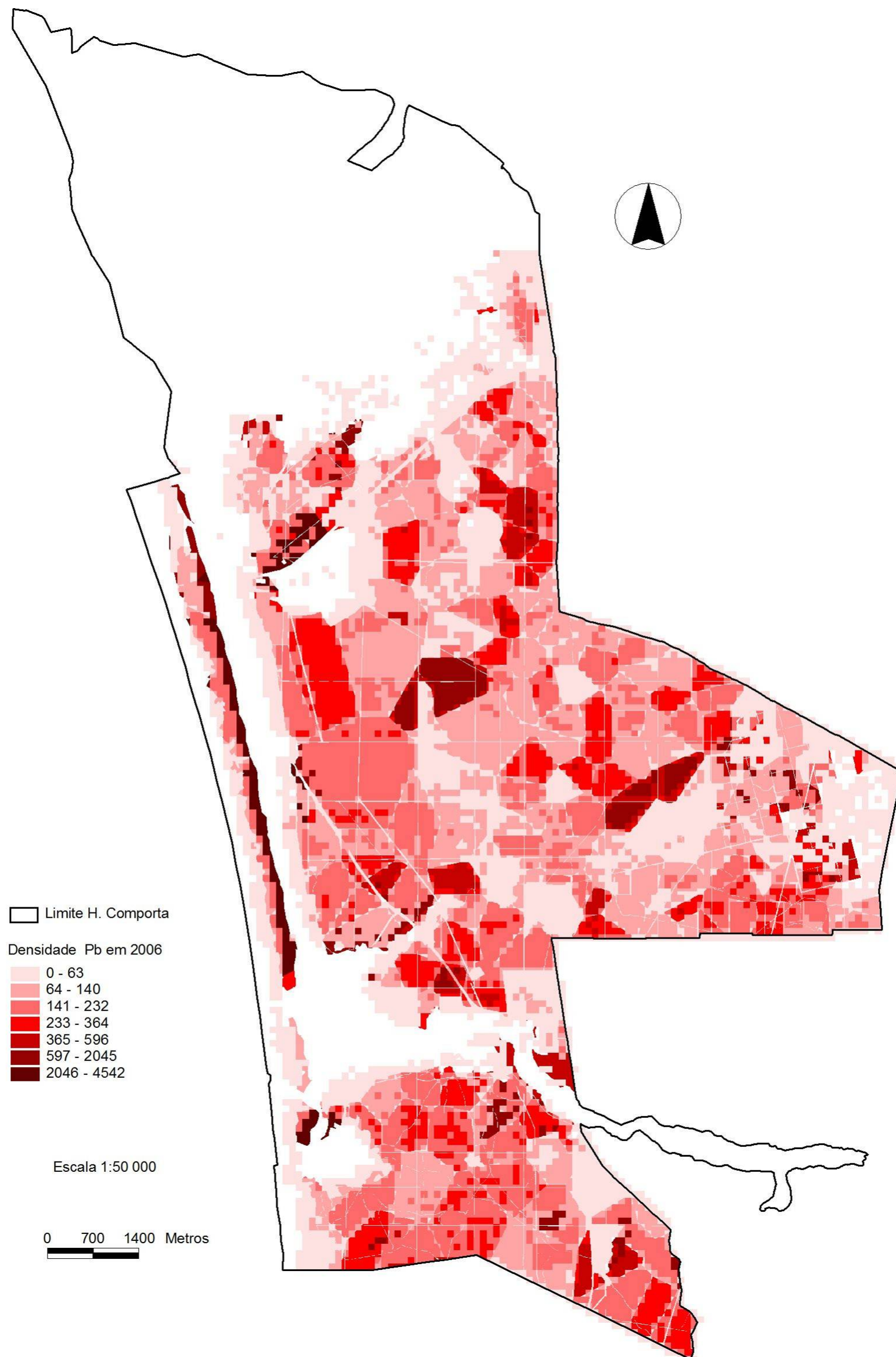


Figura 64 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2006

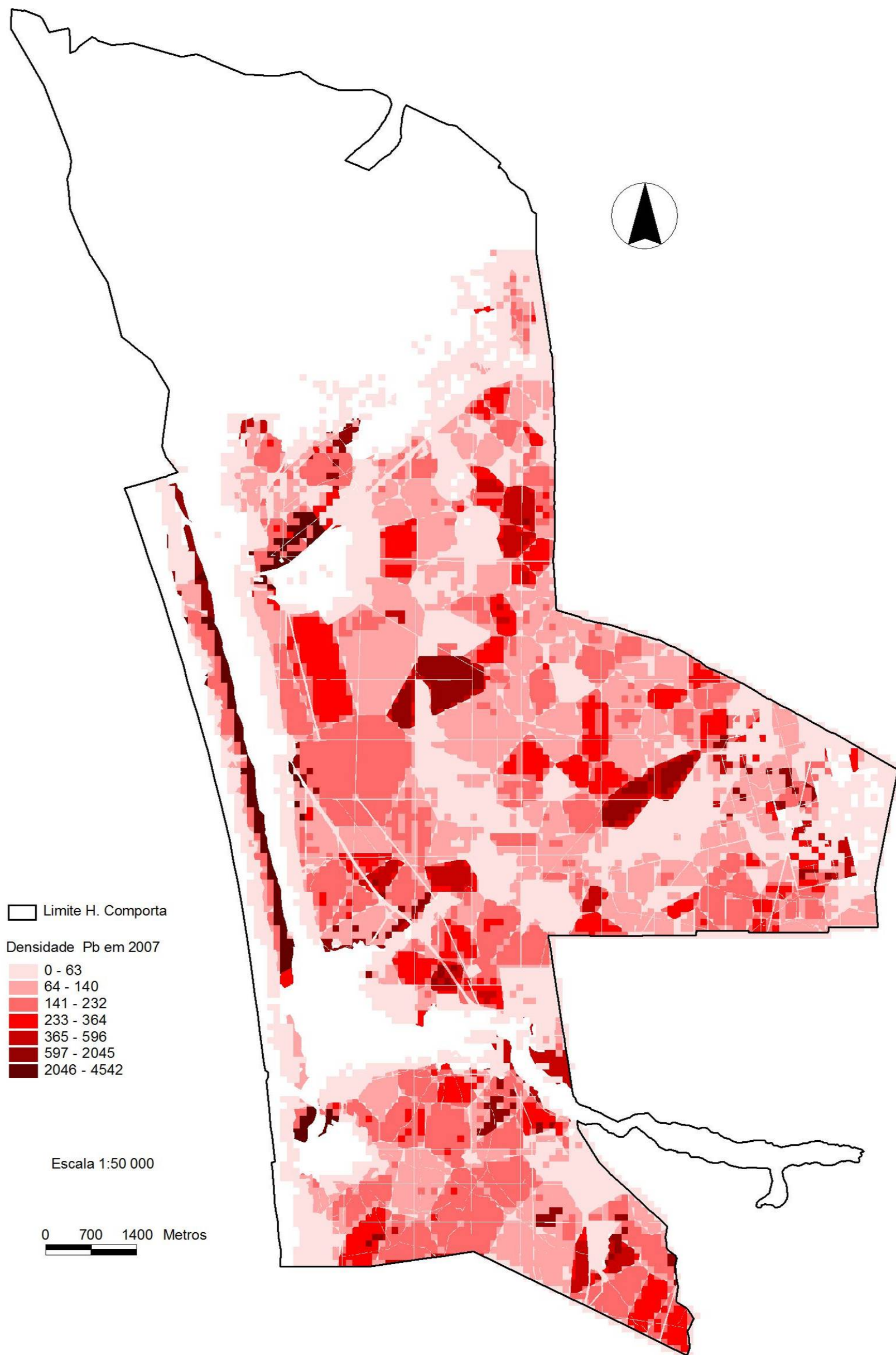


Figura 65 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2007

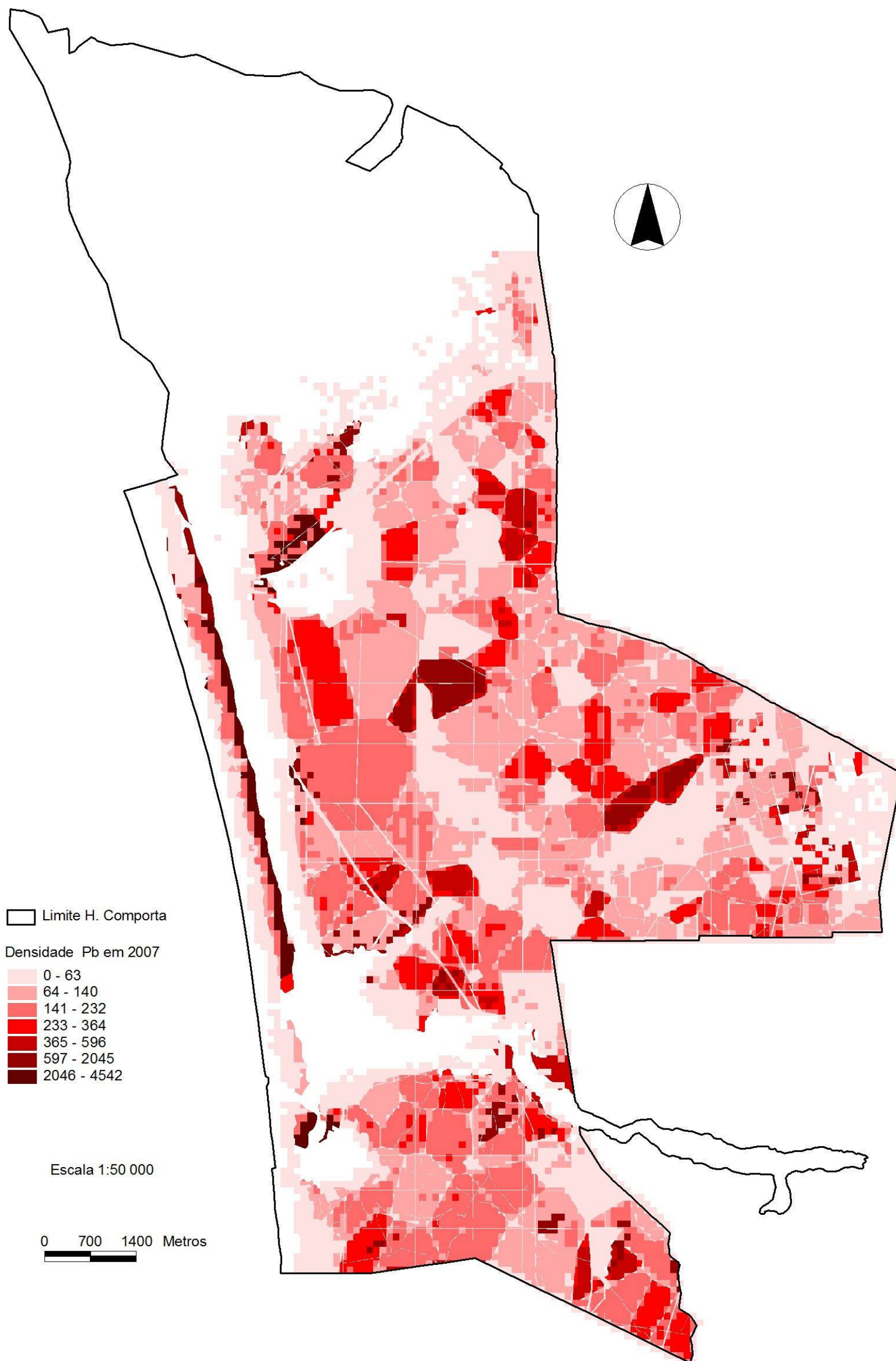


Figura 66 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2008

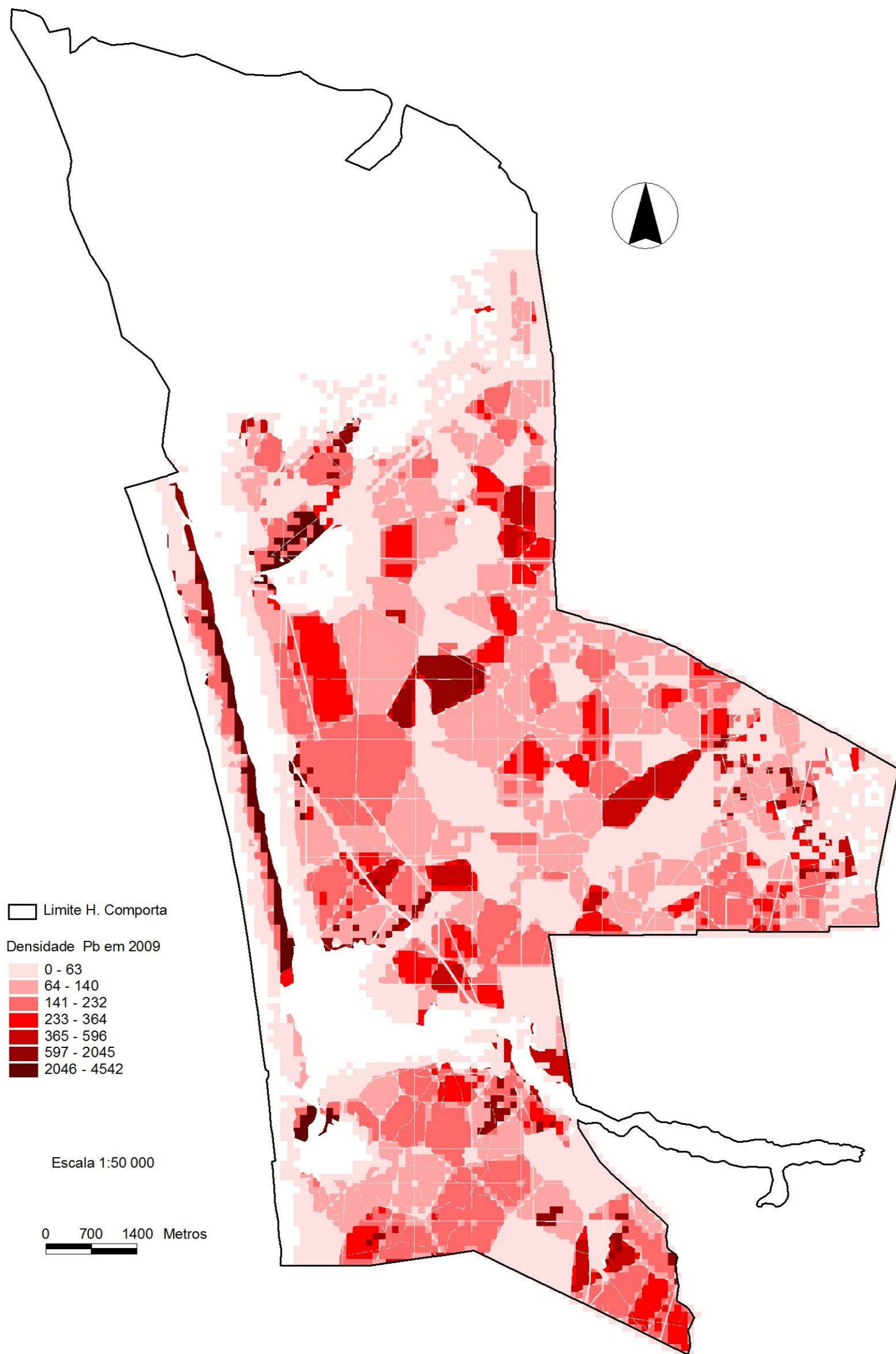


Figura 67 – Densidade de Pinheiro bravo na Herdade da Comporta no ano de 2009