U.PORTO
FLUP FACULDADE DE LETRAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

MESTRADO
ARQUEOLOGIA

Paisagem Arqueológica Castreja do Interflúvio Tâmega-Rabaçal:
Deteção e Prospeção Remota de Recintos Fortificados

Filipe Machado

M

2026

Filipe Machado

Paisagem Arqueológica Castreja do Interflúvio Tâmega-Rabaçal:
Deteção e Prospeção Remota de Recintos Fortificados

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Arqueologia, orientada pelo Professor Doutor Francisco Manuel Veleda Reimão Queiroga

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

2026

Este trabalho está licenciado ao abrigo de uma licença CC BY 4.0

À família e aos amigos.

Dedicatória

Sumário

Declaração de honra / Declaration of Honour *6*

Resumo *7*

Abstract *8*

Lista de Abreviaturas e Siglas *9*

Introdução *10*

1. Tecnologias Geoespaciais e a Paisagem *11*

1.1. História da Paisagem **11**

1.2. Paisagens e Análise Espacial **12**

1.3. Fotogrametria e Deteção por Infravermelhos em Arqueologia **15**

1.4. Aprendizagem Profunda **16**

2. Área de Estudo *17*

2.1. Limites e Problemáticas **18**

2.1.1. Carta Geológica **20**

3. Estudos Prévios *22*

3.1. Em Portugal **25**

4. Metodologia e Cadeia Operatória *28*

4.1. Enquadramento Metodológico **28**

4.2. Definição das Classes de Análise **29**

4.3. Cadeia Operatória de Processamento de Dados **32**

4.3.1. Aquisição dos MDTs **33**

4.3.2. Processamento de Dados e Problemáticas **33**

4.3.3. Inteligência Artificial **36**

5. Análise Espacial *37*

5.1. Categoria C **38**

5.2. Castros de Categoria A e B 40

5.2.1. Cerca dos Mouros 40

5.2.2. Murada 42

5.2.3. Coroa 44

5.2.4. Castro de Bouças 46

5.2.5. Castro de Vilarandelo 48

5.2.6. Cigadonha 49

5.2.7. Cabeço da Muralha 52

5.2.8. Castrelim 54

5.2.9. Tróia 1 56

5.2.10. Crasta 57

5.2.11. Outeiro 58

5.2.12. Castro de Santa Valha 60

5.2.13. Alto da Cotolinha 61

5.2.14. Castro de Arcas 63

5.2.15. Cabeço do Mouro 64

5.2.16. Fribes Ferrugende 65

5.2.17. Cabeço 66

5.3. Inferência e Validação dos Resultados 68

5.3.1. Classe 2 e 5 73

5.4. Intervisibilidade 82

Considerações Finais 84

Referências Bibliográficas 86

Apêndice 90

Declaração de honra / Declaration of Honour

Declaro que a presente dissertação é de minha autoria e não foi utilizada previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (textos, trabalhos, ideias) respeitam escrupulosamente as regras de atribuição de autoria e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referenciação. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

I hereby declare that this dissertation is of my authorship and has not been used previously in another course, degree, curricular unit or subject, at this or any other institution. References to other authors (statements, ideas, thoughts) scrupulously respect the rules of attribution and are duly indicated in the text and bibliographical references, in accordance with the rules of referencing. I am aware that the practice of plagiarism and self-plagiarism is an academic offence.

Portugal, 2026

Filipe Machado

Resumo

A presente dissertação analisa a paisagem arqueológica castreja do interflúvio Tâmega-Rabaçal, numa área de estudo de aproximadamente 465km², recorrendo a tecnologias de deteção remota, nomeadamente dados LIDAR (Light Detection and Ranging) e Modelos de Relevo Local (MRL), combinados com modelos de deteção de objetos de aprendizagem profunda para a identificação e análise de castros.

Foram identificados e analisados morfologicamente 26 castros inventariados, dos quais 17 apresentavam expressão superficial suficiente para análise. Estes foram distribuídos por 3 categorias, A, B e C. A análise revelou ou confirmou a presença de determinadas estruturas defensivas em vários sítios, demonstrando o contributo do MRL na Arqueologia.

Foram realizadas duas inferências com modelos de deteção de objetos com bases de dados de treino distintas. A 1ª inferência, treinada com dados externos à área de estudo, produziu um total de 405 deteções com uma taxa de falsos positivos de 97,53%. A 2ª inferência, enriquecida com os castros inventariados na área de estudo, produziu 588 deteções com uma taxa de falsos positivos de 95,75%, atingindo simultaneamente 100% de identificação dos castros das categorias A e B e um aumento de 150% nas deteções de interesse.

A investigação culminou na identificação de 5 potenciais sítios de interesse, representados em duas classes, 2 e 5, previamente não documentados. A análise de visibilidade demonstrou que estes sítios colmatam parcialmente lacunas no domínio visual da paisagem deixadas pelos castros conhecidos, sugerindo uma organização territorial mais densa do que anteriormente pensado.

Os resultados demonstraram que a combinação do MRL com modelos de aprendizagem profunda constitui uma ferramenta eficaz de apoio à prospeção arqueológica, sendo capaz de orientar e priorizar esforços de investigação futura em territórios de difícil acesso e densa cobertura vegetal, como é o caso de Portugal.

Palavras-chave: LIDAR; Castro; MRL; Aprendizagem Profunda; SIG

Abstract

The present dissertation analyses the Iron Age Hillfort Landscape of the Tâmega-Rabaçal Interfluve, with a study area of approximately 465km², making use of remote sensing technologies, namely LIDAR (Light Detection and Ranging) data and Local relief Models (LRM), combined with Deep Learning object detection models for the identification and analysis of hillforts.

Twenty-six inventoried hillforts were identified and morphologically analyzed of which seventeen presented sufficient surface expression for analysis. These were distributed among 3 categories, A, B, and C. The analysis either revealed or confirmed the presence of certain defensive structures at several sites, demonstrating the contribution of LRM in Archaeology.

Two inference runs were performed using object detection models with distinct training datasets. The 1st inference, trained on data external to the study area, produced a total of 405 detections with a false positive rate of 97.53%. The 2nd inference, enriched with the inventoried hillforts of the study area produced 588 detections with a false positive rate of 95.75%, while achieving 100% identification of categories A and B hillforts and a 150% increase in detections of interest.

The investigation culminated in the identification of 5 potential sites of interest, represented in two classes, 2 and 5, which were previously unrecorded. Viewshed analysis demonstrated that these sites partially fill gaps in the visual control of the landscape left by known hillforts, suggesting a denser territorial organization than previously thought.

The results demonstrated that the combination of LRM with Deep Learning models constitutes an effective tool for archaeological prospection, being capable of guiding and prioritising future research efforts in territories of difficult access and dense vegetation cover, as is the case in Portugal.

Key-words: LIDAR; Hillfort; LRM; Deep Learning; GIS

Lista de Abreviaturas e Siglas

AOC ..... AOC Archaeology Group

BIGTIFF ..... Big Tagged Image File Format

COG ..... Cloud Optimized GeoTIFF

CRS ..... Coordinate Reference System

DGT..... Direção-Geral do Território

EPSG ..... European Petroleum Survey Group

LIDAR..... Light Detection and Ranging

MDE..... Modelo Digital de Elevação

MDT ..... Modelo Digital de Terreno

MRL ..... Modelo de Relevo Local

NDVI ..... Normalized Difference Vegetation Index

NIR..... Infravermelho Próximo

NOAA ..... National Oceanic and Atmospheric Administration

QGIS ..... Quantum Geographic Information System

RGB ..... Red Green Blue

RVT ..... Relief Visualization Toolbox

SIG ..... Sistema de Informação Geográfica

SWIR..... Infravermelho de Onda Curta

TIFF ..... Tagged Image File Format

TIR ..... Infravermelho Térmico

WGS ..... World Geodetic System

YOLO ..... You Only Look Once

Introdução

A paisagem do Noroeste peninsular é pontuada por inúmeros vestígios da Idade do Ferro, povoados fortificados que durante séculos marcaram a organização territorial das comunidades que neles habitavam. No interflúvio Tâmega-Rabaçal, área de estudo da presente dissertação, estes permanecem inseridos na paisagem de acordo com a geografia, o relevo e as condições de implantação dos mesmos, encontrando-se hoje muitos cobertos por densa vegetação que em nada favorece as metodologias convencionais de prospeção.

O surgimento de novas tecnologias de deteção remota, principalmente o LIDAR e os Modelos de Relevo Local dele derivados, aliado ao crescimento das tecnologias de Inteligência Artificial, abre uma oportunidade de articular o passado e o presente por fruto da multidisciplinaridade para a progressão científica e tecnológica. A presente investigação recorreu a estas ferramentas e aplicou-as nesta área, resultando na criação de múltiplas perspetivas de análise e prospeção arqueológica, possibilitando ultrapassar os obstáculos que fisicamente se impõem às metodologias convencionais.

É neste enquadramento que se insere a presente dissertação, desenvolvida no âmbito do Mestrado em Arqueologia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Recorrendo a dados LIDAR da Direção-Geral do Território e a modelos de aprendizagem profunda, procurou-se avaliar a aplicabilidade desta metodologia na deteção e análise dos recintos fortificados do interflúvio Tâmega-Rabaçal, contribuindo simultaneamente para o enriquecimento do seu registo arqueológico e para a discussão sobre o potencial destas tecnologias na prospeção arqueológica em Portugal. De forma mais específica, esta investigação propõe-se a:

— Caracterizar morfologicamente os castros inventariados na área de estudo, contribuindo para o enriquecimento do seu registo arqueológico através da identificação de estruturas não documentadas;

— Desenvolver e avaliar um modelo de deteção automática de recintos castrejos com recurso a técnicas de aprendizagem profunda, comparando o desempenho de duas inferências com bases de treino distintas;

— Identificar potenciais sítios arqueológicos inéditos na área de estudo, contribuindo para o inventário arqueológico da região;

— Analisar a organização territorial da paisagem castreja do interflúvio através de análise de visibilidade e intervisibilidade.

A dissertação organiza-se em 5 capítulos principais. Após um enquadramento tecnológico e teórico, apresenta-se a área de estudo e os estudos prévios relevantes. Procede-se com a descrição da metodologia e da cadeia operatória adotadas, a análise espacial dos castros inventariados na área de estudo e a apresentação dos resultados da inferência, terminando com uma breve análise de visibilidade do conjunto de dados adquiridos durante o estudo.

1. Tecnologias Geoespaciais e a Paisagem

1.1. História da Paisagem

No início do século XX, a análise da paisagem era ainda uma disciplina incipiente, pelo que a maioria dos arqueólogos que estudavam paisagens tinha antecedentes noutras áreas, como a geografia, sendo disso exemplo O.G.S. Crawford (Turner, Shillito & Carrer, 2018). Crawford foi um dos arqueólogos mais importantes no domínio da arqueologia da paisagem[1] do início do século XX. Durante a Primeira Guerra Mundial, como piloto, constatou que os sítios arqueológicos podiam ser identificados por via aérea e registados com recurso a fotografia aérea (Crawford, 1953). Crawford estabeleceu uma analogia notória entre a paisagem e um palimpsesto:

> "[...] a document that has been written on and erased over and over again; and it is the business of the field archaeologist to decipher it. The features concerned are of course the field boundaries, the woods, the farms and other habitations, and all the other products of human labour; these are the letters and words

[1] Embora se adote, na presente dissertação, a designação Arqueologia da Paisagem, é importante clarificar que a abordagem desenvolvida se aproxima, em termos conceptuais e metodológicos, da Arqueologia do Território.

> inscribed on the land. But it is not always easy to read them because, whereas the velum document was seldom wiped clean more than once or twice, the land has been subject to continual change throughout the ages."
>
> (Crawford, 1953, p.51).

Esta analogia entre a paisagem e um documento histórico apelou aos académicos do seu tempo, maioritariamente historiadores. O estudo da paisagem histórica era então realizado recorrendo a métodos convencionais: estudo pormenorizado de fontes e documentos históricos das respetivas localidades (Turner, Shillito & Carrer, 2018). Neste contexto, os arqueólogos que estudavam a paisagem começaram a desenvolver novos métodos de deteção remota, alguns dos quais utilizados até aos dias de hoje: a fotografia aérea, lançando as bases da prospeção aérea moderna; o cruzamento de informação de fontes históricas; a toponímia; e o levantamento de feições do terreno em cartografia (Crawford, 1953; Turner, Shillito & Carrer, 2018).

Mais recentemente, este trabalho foi facilitado com a introdução de novas tecnologias que se tornaram ferramentas indispensáveis na prospeção arqueológica. O LIDAR é um exemplo paradigmático, possibilitando a identificação de sítios em condições inacessíveis a metodologias convencionais.

1.2. Paisagens e Análise Espacial

Nos anos 60 e 70 surgiu um novo paradigma na arqueologia da paisagem, muito influenciado pelos desenvolvimentos teóricos geográficos e as suas práticas. Este novo paradigma tinha como um dos seus grandes objetivos explicar o passado através de teorias científicas, linhas de pensamento e o teste de hipóteses com o intuito de construir modelos. Esta tendência consolidou-se na década seguinte, nomeadamente através dos Colóquios de Arqueologia Espacial de Teruel, iniciados em 1984, que constituíram um marco na sistematização metodológica desta abordagem (Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, 1984).

Em primeiro lugar, foram realizadas mudanças no método e na importância de aquisição de informação, com relevância para a cronologia da intervenção humana na paisagem, recorrendo a artefactos ou ecofactos depositados nos sedimentos ou em contexto de atividade agrícola (Turner, Shillito & Carrer, 2018). Em segundo lugar, começou-se a atribuir importância a metodologias espaciais e quantitativas. Esta importância manifestou-se em métodos como as prospeções intensivas, onde equipas de arqueólogos identificam e registam sistematicamente vestígios superficiais, com o objetivo de identificar sítios e áreas de concentração de atividade humana. Para uma melhor compreensão das problemáticas espaciais e temporais, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) revelaram-se cruciais para a aplicação da análise quantitativa na arqueologia da paisagem (Turner, Shillito & Carrer, 2018).

Esta análise quantitativa dos padrões espaciais caracteriza-se por duas abordagens distintas e complementares: a criação de mapas para avaliação da organização espacial do território e o uso de estatísticas. Algumas ferramentas, na altura pioneiras e atualmente mais generalizadas, como os polígonos de Thiessen na investigação do papel dos sítios na organização territorial, ou a estimação de intervisibilidade entre sítios e regiões, revelaram-se instrumentos valiosos para averiguar os padrões de ocupação do passado e as suas inter-relações (Turner, Shillito & Carrer, 2018).

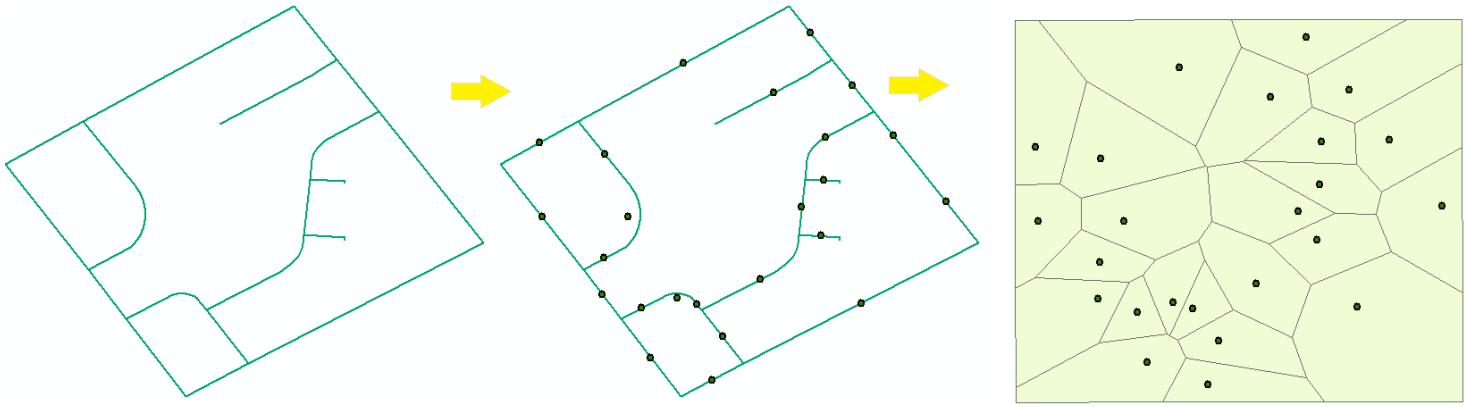


Figura 1: Polígonos Thiessen, (Esri, s.d.).

A metodologia estatística espacial atualmente empregue na arqueologia foi desenvolvida inicialmente pela geografia e ecologia. É utilizada para analisar a complexidade estrutural da paisagem, comparando-a com teorias de assentamento, a fim de identificar padrões e formar diversas interpretações (Vita-Finzi et al., 1970). Um dos primeiros métodos utilizados pela arqueologia para o estudo paisagístico foi a análise de aglomerados espaciais, o qual permitiu o reconhecimento de padrões de agrupamento de sítios e a sua organização em conjuntos mais abrangentes.

No estudo da dependência espacial, a correlação entre os atributos de cada sítio e a sua distância é largamente investigada com métodos estatísticos como o índice de Moran's I (Premo, 2004); a identificação da dependência espacial permite por sua vez o recurso à modelação geoestatística. A análise de padrões de assentamento é normalmente realizada através de Métodos Baseados em Regressão, que formulam a relação entre uma variável, como a densidade de vestígios arqueológicos ou a presença e ausência de sítios, e outros parâmetros, como a morfologia do terreno, a distância a fontes de água ou a redes viárias (Turner, Shillito & Carrer, 2018). A geoestatística e a regressão podem ainda ser utilizadas para criar modelos preditivos das áreas com maior potencial arqueológico, baseados na análise espacial de informação preexistente. Estes métodos foram amplamente utilizados em investigação e gestão do património cultural nas décadas de 80 e 90, ainda que os problemas metodológicos associados a estas abordagens tenham consequentemente diminuído a sua popularidade em torno dos anos 2000 (Turner, Shillito & Carrer, 2018).

Paralelamente a estas abordagens, surgiram nos meados dos anos 60 metodologias paleoambientais e geoarqueológicas, contribuindo para a recolha de informação sobre as paisagens e o ambiente envolvente (Turner, Shillito & Carrer, 2018). A arqueologia ambiental encarrega-se de reconstruir as paisagens do passado, tanto a nível faunístico como florístico, e de analisar a relação entre essas paisagens e a intervenção humana. Dentro desta área existem diversas ramificações, como a paleobotânica e a geoarqueologia, que têm vindo a desenvolver abordagens cada vez mais multidisciplinares. A geoarqueologia, em particular, opera a múltiplas escalas: a escalas maiores estuda processos como a evolução da hidrografia e o impacto das atividades humanas na paisagem; a microescala analisa sedimentos estratigráficos para identificar

paleocanais e reconstituir a evolução dos leitos dos rios ao longo do tempo (Turner, Shillito & Carrer, 2018).

1.3. Fotogrametria e Deteção por Infravermelhos em Arqueologia

A fotogrametria e a deteção por infravermelhos constituem duas técnicas de deteção remota de relevância para a arqueologia, antecedendo o LIDAR e continuando a ser utilizadas de forma complementar ao mesmo, ou de maneira independente. A prospeção remota aérea e de satélite apresenta-se como uma ferramenta valiosa na caracterização da paisagem arqueológica e na localização de estruturas soterradas, sendo as feições de superfície registáveis através de imagens óticas, multiespectrais e infravermelhas (Global Digital Heritage, 2026). O contributo de investigadores como Sarah Parcak (2009) foi determinante para a consolidação desta abordagem, demonstrando o potencial das imagens de satélite multiespectrais e infravermelhas na identificação de sítios arqueológicos à escala global.

A fotogrametria tem vindo a ser utilizada nos últimos 80 anos principalmente na compilação de mapas a partir de fotografias aéreas; contudo, mais recentemente, muito devido ao surgimento e crescimento dos Sistemas de Informação Geográfica, o campo de estudo expandiu-se significativamente (Shokri & Sohrabinia, 2004). A deteção remota por imagens óticas é das técnicas mais intuitivas empregues na observação terrestre. Com a constante evolução da tecnologia associada às imagens de satélite, nomeadamente ao nível da resolução espacial, e com base na reflexão da luz solar pela superfície terrestre nas três bandas: vermelho, verde e azul (RGB), as imagens óticas fornecem informação relevante sobre a coloração e o detalhe espacial da superfície. Trata-se de uma técnica de aplicação relativamente simples comparativamente às restantes aqui abordadas, sendo que sistemas modernos permitem ainda análises multiespectrais dentro do espectro visível pelo olho humano. Todavia, as suas principais limitações residem na incapacidade de penetrar a cobertura vegetal e as nuvens, bem como na impossibilidade de operação noturna (Global Digital Heritage, 2026).

A deteção por infravermelhos engloba várias técnicas que exploram o espectro eletromagnético além do visível. O NIR utiliza comprimentos de onda fora do espectro visível humano, capturando informação invisível ao olho humano sobre a superfície terrestre (Global Digital Heritage, 2026). O comprimento de onda utilizado pelo NIR é propositadamente escolhido devido à sensibilidade da vegetação para com este, permitindo assim diversas análises, como é o caso do NDVI, que mede a saúde da vegetação detetando anomalias causadas por estruturas enterradas. O SWIR e o TIR permitem identificar diferenças de humidade e temperatura no solo, revelando estruturas subterrâneas invisíveis na banda visível do espectro (Global Digital Heritage, 2026). No contexto do presente estudo, a densa cobertura vegetal característica dos sítios castrejos, ou semelhantes de acordo com o nível de abandono, limita a eficácia destas abordagens, justificando deste modo o recurso ao LiDAR como técnica principal de prospeção remota.

1.4. Aprendizagem Profunda

A aprendizagem profunda (Deep Learning) constitui um subconjunto da Aprendizagem Automática (Machine Learning), que por sua vez se insere no domínio mais amplo da Inteligência Artificial. Distingue-se das abordagens mais convencionais pela utilização de redes neuronais artificiais com múltiplas camadas de processamento, capazes de aprender representações hierárquicas de dados de forma autónoma a partir de exemplos. A sua aplicação em tarefas de reconhecimento de padrões em imagens, domínio designado de visão computacional, tem vindo a crescer exponencialmente nas últimas décadas, expandindo-se progressivamente para áreas científicas como a arqueologia.

No contexto de deteção remota arqueológica, os algoritmos de aprendizagem profunda encontram-se atualmente na vanguarda da deteção automática de sítios e estruturas arqueológicas em dados de imagem, nomeadamente em derivados de LIDAR como o MRL (Canedo et al., 2024). A principal vantagem desta abordagem reside na capacidade de processar grandes volumes de dados de forma sistemática

e reprodutível. Todavia, o seu sucesso está diretamente dependente da qualidade, representatividade e volume dos dados utilizados no treino do modelo (um dos desafios centrais desta metodologia). A prevalência de falsos positivos é uma das principais limitações identificadas na literatura, particularmente quando os sítios arqueológicos alvo apresentam morfologias complexas e variadas, facilmente confundíveis com outras feições paisagísticas (Canedo et al., 2024).

2. Área de Estudo

A definição da área geográfica associada ao estudo arqueológico da paisagem revela-se da maior relevância para um estudo deste carácter. Na delimitação da área de estudo, procurou-se privilegiar limites de carácter físico e orográfico em detrimento de limites administrativos, por natureza sujeitos a mudança e potencialmente arbitrários. Consideraram-se, ainda assim, limites administrativos historicamente estáveis, como a linha de fronteira internacional definida desde o Tratado de Alcanices (1297). Procurou-se conjugar fatores de robusteza geográfica, administrativa e orográfica, minimizando a exposição ao risco científico inerente à utilização de limites subjetivos.

O Noroeste peninsular, pela sua configuração orográfica, favoreceu o estabelecimento de comunidades em posições elevadas durante a Idade do Ferro. A implantação destes núcleos populacionais obedeceu predominantemente a critérios defensivos e estratégicos, traduzindo-se na construção de inúmeros povoados fortificados num curto intervalo de tempo, reflexo de um período de intensa transformação económica e social (Silva, 2007).

No contexto específico de Trás-os-Montes Ocidental, esta realidade assume contornos particulares. Os castros desta região distinguem-se no panorama do Noroeste Peninsular pelo grande investimento no seu complexo defensivo, nomeadamente nas muralhas, que adquiriram uma monumentalidade assinalável quando comparadas com as da zona litoral (Fonte, 2008). Contrariamente ao litoral, onde o espaço doméstico era o principal referente social, no interior transmontano são as muralhas o elemento mais visível e distintivo dos povoados, interpretadas não apenas como dispositivos defensivos

mas também como elementos de ostentação e distinção social das comunidades que os habitavam (Fonte, 2008).

Os concelhos de Chaves e Valpaços inserem-se neste contexto, integrando uma região extremamente rica em recursos mineiros, designadamente ouro e estanho, cuja exploração terá desempenhado um papel central na organização territorial e na complexificação social das comunidades castrejas locais (Fonte, 2008; Martins, 1993). A riqueza mineira da região, materializada posteriormente nas extensas explorações romanas, poderá estar na origem do particular investimento nas estruturas defensivas dos castros desta zona, funcionando as muralhas como símbolo do poder e da coesão comunitária das populações que controlavam esses recursos.

2.1. Limites e Problemáticas

Como referido anteriormente, foi escolhida uma área em Trás-os-Montes que se compreende nos concelhos de Chaves e Valpaços, no Município de Vila Real, entre o interflúvio do Rio Tâmega e do Rio Rabaçal. A área cobre cerca de 465km², sendo que a delimitação aproveita limites geográficos tanto hidrográficos como orográficos. Começando em Chaves, esta segue o Rio Tâmega a montante até à fronteira, percorrendo-a até intercetar o Regueiro do Peixe, que delimita a extensão de Vila Real face a Bragança. Seguidamente, segue a fronteira entre Vila Real e Bragança ao longo do Regueiro do Peixe até à ramificação do afluente Cabanço da Cidadela, que segue para o Rio Mente. A partir do Rio Mente, o limite continua a jusante até ao Rio Rabaçal, percorrendo o seu curso até à confluência com o Rio Calvo. Não existindo guia fluvial nem orográfica, estabelece-se uma ligação de aproximadamente 23km a noroeste, até à aldeia de Curalha, mais concretamente à ponte sobre o Rio Tâmega, retomando o percurso até Chaves e completando assim o polígono da área de estudo.

Os limites da área de estudo podem ser sintetizados em dois tipos: os de carácter administrativo e os que acompanham as bacias hidrográficas dos rios Tâmega e Rabaçal.

Os limites a Norte e a Sul são de carácter administrativo: a Norte segue a linha de fronteira internacional; a Sul, uma linha traçada a partir da confluência do Rio Calvo com o Rio Rabaçal até à aldeia de Curalha, mais precisamente à ponte ferroviária sobre o Tâmega. Esta definição permitiu minimizar as vulnerabilidades associadas à delimitação da área de estudo.

Contudo, a maior limitação desta área para o presente enquadramento reside no processamento das imagens, que se revelou problemático devido à dimensão da área. O processamento de dados LIDAR a esta escala é imperativo para o estudo mas exige meios computacionais capazes de trabalhar com volumes excecionais de dados. Tais meios não foram correspondidos na sua totalidade, pelo que foi necessário desenvolver soluções para contornar este problema, como descrito adiante.

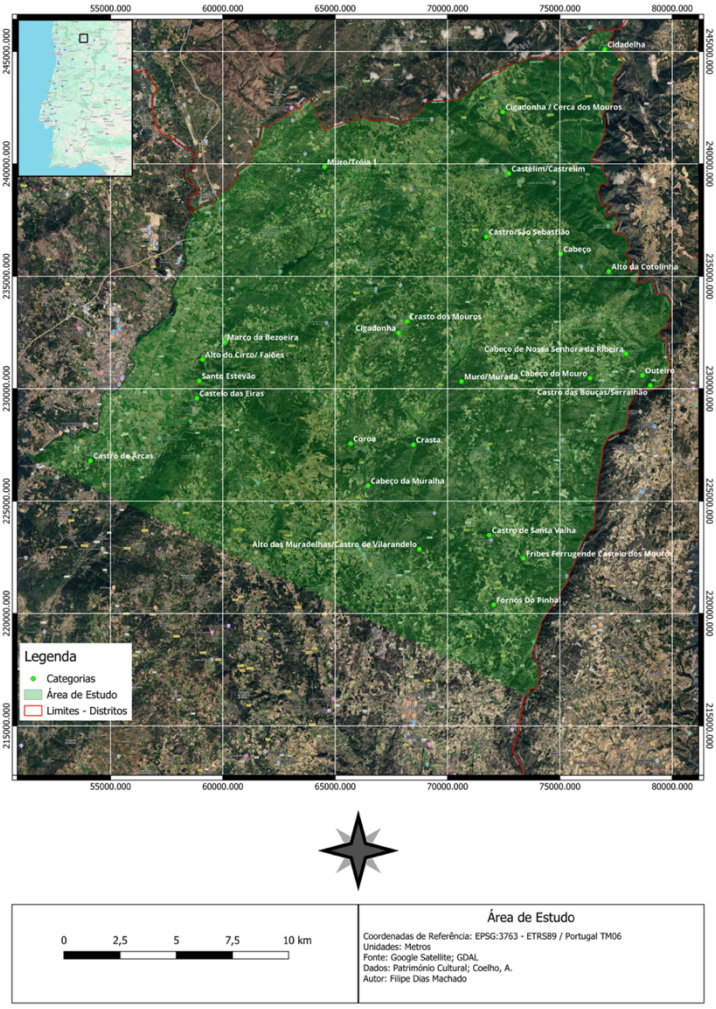


Figura 2: Mapa da área abrangida pelo estudo.

2.1.1. Carta Geológica

Na procura de informação geológica sobre a região, recorreu-se ao Geoportal do Laboratório Nacional de Energia e Geologia. Contudo, as únicas cartas disponibilizadas no portal à escala 1:50 000 são as de Chaves e de Vilar de Perdizes, não estando disponíveis as folhas de Valpaços e Vinhais. Como alternativa, recorreu-se à carta geológica à escala 1:200 000, que já engloba as regiões necessárias, embora com menor pormenorização, facto tido em conta na interpretação dos dados geológicos da área de estudo.

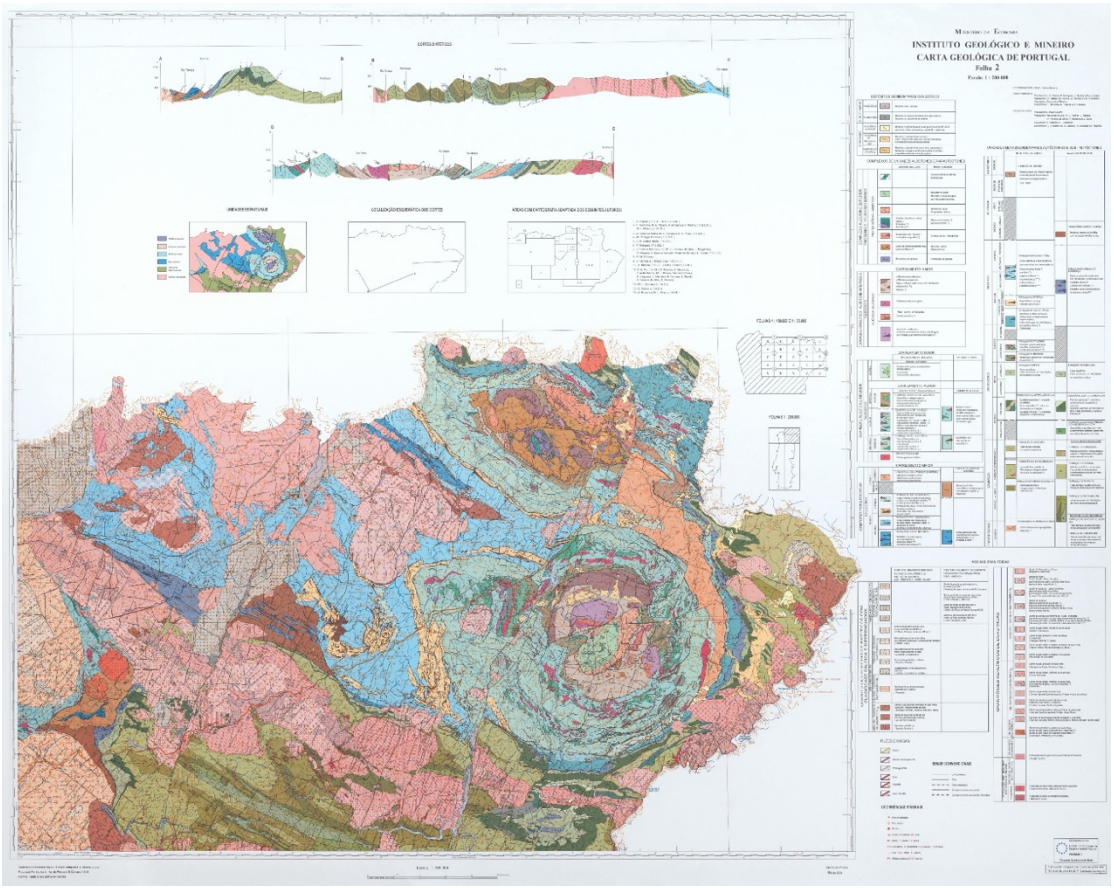


Figura 3: Carta Geológica nº2 escala 1:200 000, (LNEG, 2000)

No contexto de Chaves, regista-se uma presença, embora menor, de recursos minerais, resultante de processos metamórficos, tectónicos e magmáticos que, em paralelo com a produção e circulação de fluidos, conduziram à concentração de minérios como estanho (Sn), tungsténio (W) e ouro (Au) (Ramos, 2003). Aliada à presença e exploração mineira da área estavam as pedreiras, como em Santo Estêvão e Assureiras, e em Campo da Roda as explorações de barro (Ramos, 2003). Importa ainda referir a hidrogeologia associada à Veiga de Chaves, produto da falha Régua-Verín (Ramos, 2003; DGEG, s.d.). Estas falhas facilitam a circulação profunda de águas que, na interação com os corpos graníticos e zonas metamórficas, aquecem geotermicamente ao mesmo tempo que se mineralizam, emergindo em Chaves como águas termais bicarbonatadas, silicatadas, gasocarbónicas e sódicas (DGEG, s.d.).

No contexto de Valpaços, o concelho enquadra-se na Zona Centro-Ibérica e na Subzona Galaico-Transmontana. A região caracteriza-se por formações graníticas sintectónicas, alternadas com rochas xistosas presentes ao longo de uma faixa que abrange os principais cursos de água. Predominam ainda os xistos, quartzitos, granitos e rochas filonianas e aluviões (CMV, s.d.).

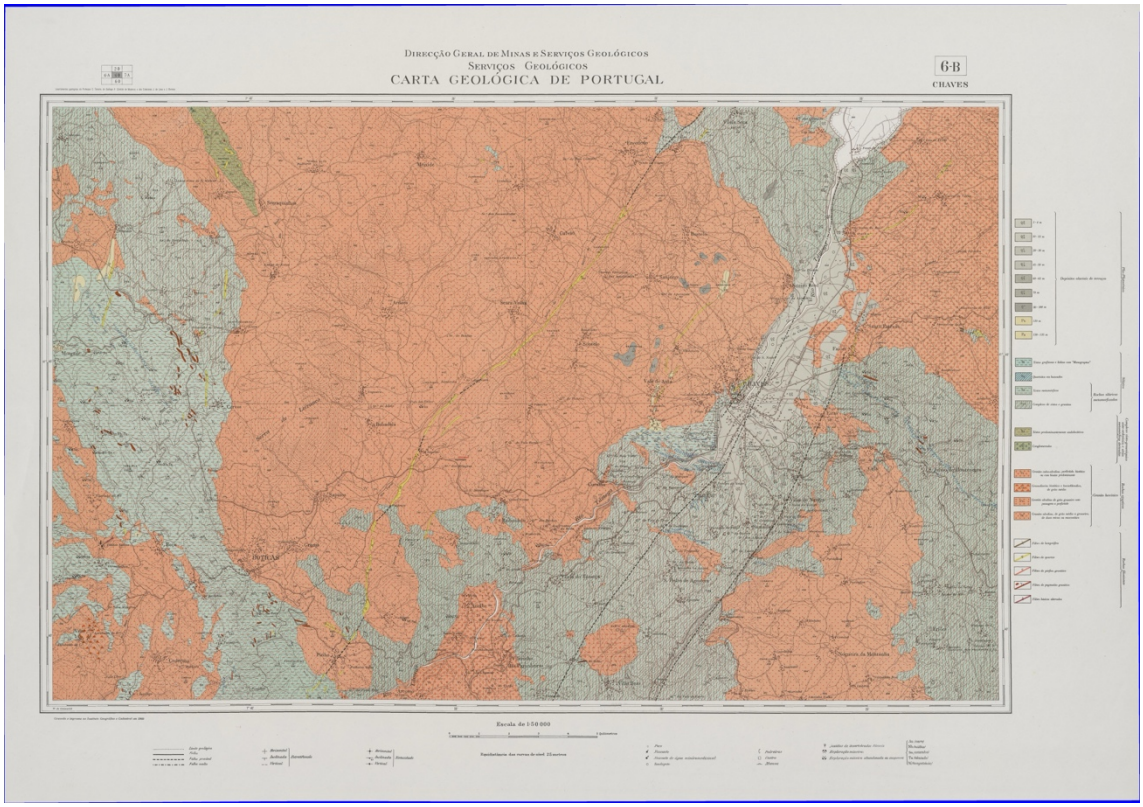


Figura 4: Carta geológica de Chaves, (LNEG, 1969)

3. Estudos Prévios

O LiDAR tem vindo a estabelecer-se como um método de análise remota de elevada densidade e precisão, aplicável a diversos tipos de paisagens seja em zonas de forte orografia considerável, áreas florestadas ou planícies, sendo igualmente utilizado noutros domínios como a construção e aplicações militares. Este método de deteção remota assemelha-se ao Radar, mas em vez de ondas de rádio utiliza feixes laser pulsantes (NOAA, 2012), projetados a partir de aeronaves, sejam aviões ou, mais recentemente, drones, permitindo analisar rapidamente vastas áreas. Assim, o LiDAR afirmou-se dentro da topografia e da engenharia não só pela sua capacidade de varrer grandes áreas de forma eficiente, mas também pela precisão, quantidade e qualidade dos dados recolhidos, o que permitiu a criação de modelos de estruturas e paisagens altamente fiéis à realidade (NOAA, 2012).

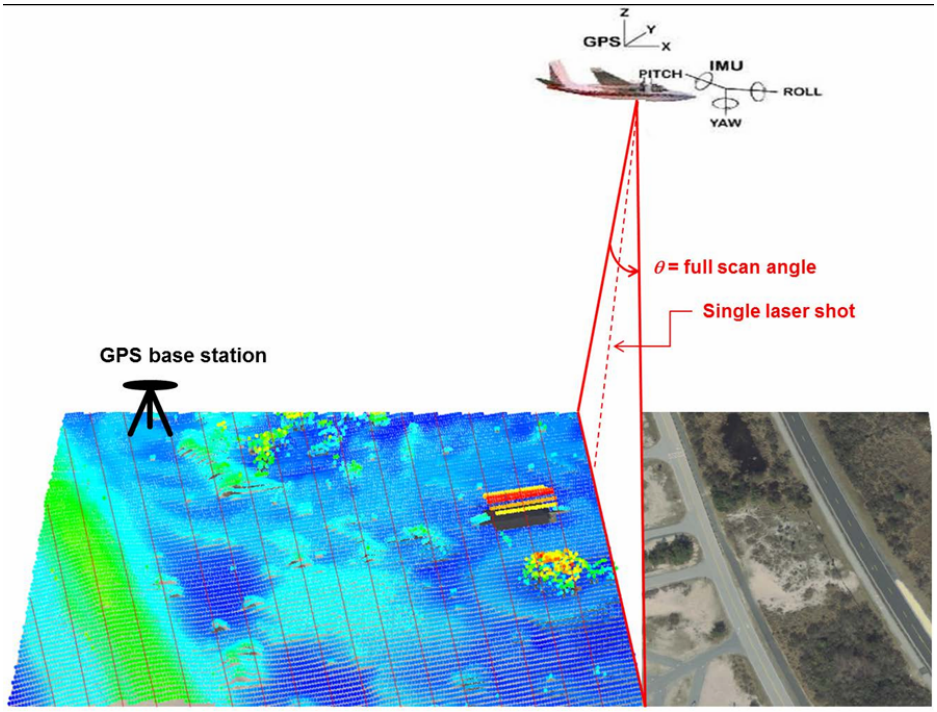


Figura 5 - Representação de varrimento LIDAR, (NOAA, 2012).

A utilização do LIDAR apresenta várias vantagens sobre outros métodos de análise. Uma das mais relevantes é a inquestionável capacidade de interpretação dos dados: recorrendo a software de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), é possível filtrar dados ou alterar perspetivas de forma a obter perceções completamente distintas das proporcionadas por métodos convencionais (NOAA, 2012). Outra vantagem de

grande importância é a precisão dos dados recolhidos, particularmente em alta resolução, e a capacidade de varrer o solo em zonas florestadas (NOAA, 2012).

Como já referido, no varrimento é disparada uma nuvem de pontos com densidades que podem atingir 300.000 pulsações por segundo, produzindo uma rede densa de pontos georreferenciados de alta precisão, a partir dos quais é possível gerar representações tridimensionais da área varrida. Existe ainda um sistema de múltiplos retornos, que ocorre quando o laser encontra uma superfície ou objeto que, pela sua forma ou características, permite obter vários retornos dentro do mesmo disparo, reconhecendo assim o tipo de obstáculo encontrado antes de atingir o solo. Este processo resulta num aumento de 30% no volume de dados, por exemplo de 100.000 para 130.000 pontos recolhidos (NOAA, 2012). Assim, apesar de o laser não conseguir por vezes atingir o solo, o volume de disparos é suficiente para possibilitar uma representação do terreno, crucial para a interpretação da paisagem (NOAA, 2012), tornando esta tecnologia particularmente útil em zonas de vegetação muito densa.

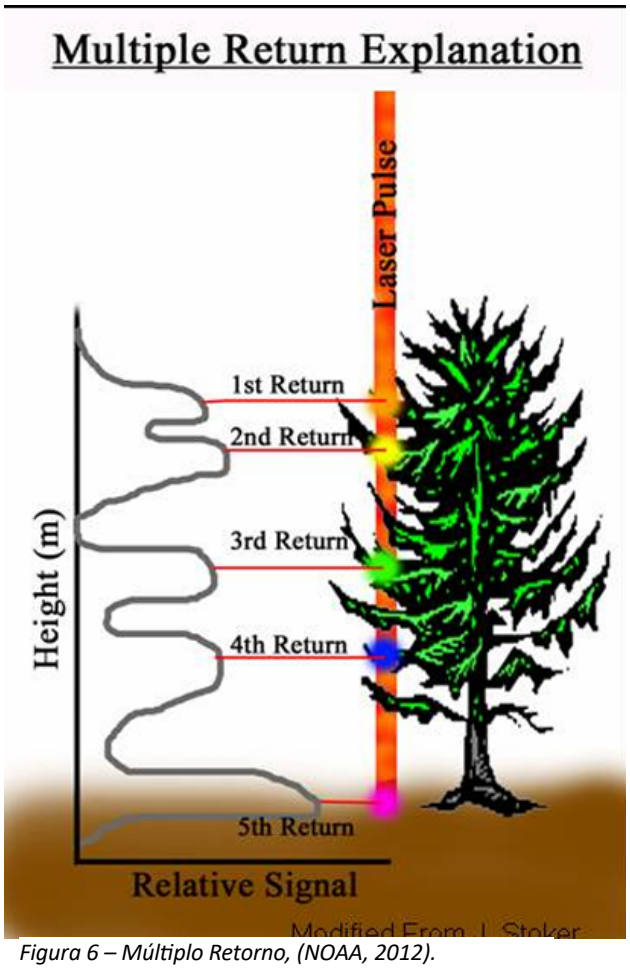


Figura 6 – Múltiplo Retorno, (NOAA, 2012).

Como já constatado, as capacidades desta tecnologia são consideráveis, importando sublinhar que o LIDAR constitui uma ferramenta ao serviço da investigação e não um fim em si mesmo. A deteção remota é um método que permite adquirir informação sobre os objetos sem contacto direto, utilizando um sensor ou outro tipo de equipamento, como imagens de satélite (Oliveira, 2023). As suas aplicações materializam-se em estudos de risco ambiental, como inundações, estudos florestais, alterações costeiras, construção civil e, finalmente, arqueologia (NOAA, 2012). Nesta última, o LIDAR possibilitou a descoberta de paisagens agrícolas, urbanas, vias de comunicação e sistemas de distribuição de água, proporcionando uma perspetiva antropológica mais detalhada (Caspari, 2023). O seu contributo é de tal forma significativo que, em Belize, um levantamento LIDAR permitiu discernir padrões de aproveitamento da terra por parte dos Maias (Caspari, 2023). Igualmente relevante foi a identificação de geoglifos, vias de comunicação e polos habitacionais na Amazónia, onde previamente se acreditava existir pouca atividade humana (Caspari, 2023). Na Europa, o LIDAR é já utilizado em vários países, como o Reino Unido, Espanha, Eslováquia e, mais recentemente, a Irlanda, esta última com grande destaque nas descobertas recentes.

A utilização desta tecnologia permite uma prospeção remota sem comprometer a integridade dos vestígios ou do contexto em estudo, sendo portanto um método não invasivo. Não possui qualquer impacto sobre vestígios ou o contexto onde estes se inserem, ao contrário da escavação, que mesmo com todos os cuidados necessários causa danos irreversíveis (Oliveira, 2023). Adicionalmente, existem outros tipos de análise remota de dados, aérea ou espacial, fazendo uso de imagens de satélite (Oliveira, 2023).

3.1. Em Portugal

Portugal encontra-se numa fase relativamente recente de adoção desta tecnologia a nível nacional, tendo os levantamentos LIDAR nacionais sido apenas recentemente concluídos. Antes do levantamento nacional, já se realizavam levantamentos de menor dimensão com crescente frequência como instrumento de investigação, no Alto Minho (Fonte et al., 2021), Trás-os-Montes, Viana do Castelo e Santarém, entre outros (Oliveira, 2023).

A aplicação do LIDAR resulta não só numa importante fonte de informação geográfica, mas também na interpolação desses dados para outros fins, como a arqueologia. Um exemplo da utilização destes dados foi o estudo da fortificação de Bragandelo, onde foi possível interpretar as características do terreno e a implantação do forte, assim como estruturas no seu interior, de difícil perceção no local, mesmo com recurso à escavação (Rosa, 2021).

Portugal beneficiaria consideravelmente nos domínios já previamente discutidos, dada a elevada aplicabilidade da tecnologia em áreas como a agricultura, o planeamento urbano, a biologia, a geologia e as Forças Armadas, entre outras (Oliveira, 2023). Até à disponibilização dos dados LIDAR da DGT, o único levantamento de cobertura nacional era a Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000, materializado num MDT com uma resolução espacial de 8 metros, resultante das curvas de nível com equidistância de 10 metros (Oliveira, 2023). Segue-se uma figura (figura 7) comparativa entre a resolução de um MDT criado a partir das Cartas Militares e um outro gerado por LIDAR (Oliveira, 2023).

Estes dados foram disponibilizados em meados de 2025, com a publicação dos levantamentos da DGT, estando acessíveis ao público sem necessidade de requisição formal. Contudo, a aquisição dos dados brutos implica algumas condicionantes logísticas: os dados só podem ser requisitados em áreas não superiores a 200km², sendo cada mosaico correspondente a 1km².

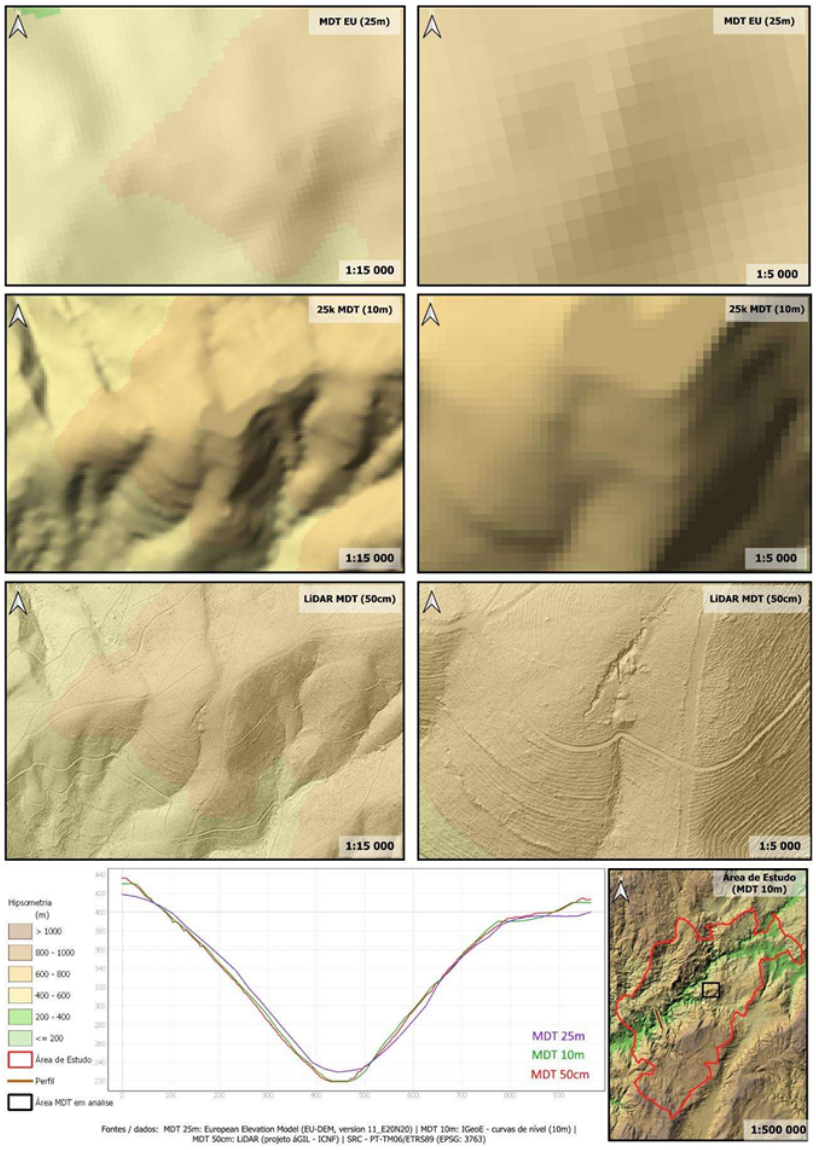


Figura 7 - Comparação de MDT de diferentes Resoluções, (Oliveira, 2023, p.74)

Em Portugal têm vindo a surgir estudos como o de Canedo et al. (2023) que sublinham a necessidade de adesão a este tipo de análises da paisagem. A evolução da metodologia e das técnicas de análise, neste caso recorrendo à Inteligência Artificial para identificar novos sítios arqueológicos, é imprescindível para qualquer campo científico. Esta metodologia insere-se na evolução tecnológica de uma área rica em dados, dos quais os modelos de Inteligência Artificial retiram partido, revelando-se um excelente exemplo da aplicabilidade destas tecnologias no desenvolvimento da arqueologia. A informação proveniente é indispensável não só à caracterização do

território pela sua ocupação e padrões de assentamento, como na facilitação dos trabalhos de identificação arqueológica, permitindo que estes concentrem os seus esforços na validação de novas deteções e confirmação de novos sítios. Projeta-se assim uma produtividade e eficiência superiores às que resultariam de uma prospeção manual. Contudo, para uma análise desta natureza funcionar, é necessário que vários parâmetros se alinhem.

O estudo de Canedo et al. (2023) foca-se em 4 subzonas do Alto Minho: Viana do Castelo, Paredes de Coura, Arcos de Valdevez e o Parque Nacional da Peneda-Gerês. O estudo convergiu na deteção de mamoas na região através da utilização de um modelo de Inteligência Artificial, o YOLOv5. Para tal efeito, foi necessário o treino do modelo, dotando-o de uma base a partir da qual pudesse extrair padrões morfológicos para utilização posterior. O treino constitui uma das partes mais importantes da construção destes modelos, uma vez que é diretamente influenciado pela qualidade, veracidade e, sobretudo, quantidade dos dados de treino. Este último ponto exige por vezes milhares de exemplos para o estabelecimento de um bom algoritmo de identificação, sendo que no caso do LIDAR tal requer meios computacionais e de armazenamento de grande escala.

Os resultados foram notáveis, com cerca de 470 potenciais deteções e 178 falsos positivos, após refinamento dos critérios de seleção, correspondendo a uma taxa de deteção positiva de 72,53%.

4. Metodologia e Cadeia Operatória

4.1. Enquadramento Metodológico

O presente estudo apresenta um carácter de investigação mista, conjugando tanto abordagens quantitativas e qualitativas. Quanto ao método de abordagem, trata-se de uma perspetiva predominantemente dedutiva, partindo de padrões de assentamento de sítios castrejos presentes na paisagem atual para a identificação de novos sítios arqueológicos do mesmo tipo. Quanto aos objetivos, a presente investigação assume uma natureza exploratória e descritiva, visando tanto a descoberta de novos castros como a caracterização morfológica dos já identificados dentro da zona estabelecida.

A metodologia adotada foi de natureza analítico-espacial, recorrendo a Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Procurou-se desenvolver este trabalho a partir de programas de Código Aberto, como o QGIS, de forma a garantir a transparência e a reprodutibilidade dos processos. A opção por estas ferramentas justifica-se pela sua acessibilidade e filosofia de código aberto, em contraste com soluções proprietárias, que apresentam limitações de interoperabilidade e custos elevados.

Uma vantagem adicional da utilização deste software reside na integração de extensões modulares desenvolvidas pela comunidade de utilizadores, que promovem a eficiência e ampliam as capacidades analíticas e de processamento do software base. Este tipo de ferramentas revelou-se indispensável para a presente investigação, tanto do ponto de vista da produtividade como pela imprescindibilidade de certas funcionalidades, como se detalhará adiante.

Para obter resultados com validade científica, recorreu-se a um conjunto de técnicas de análise nomeadamente ao nível da resolução temporal e espacial. A primeira remete ao acesso a registos de ortofotos de satélite da área designada, permitindo uma análise e contextualização da paisagem onde os sítios se inserem. O segundo método consistiu num conjunto de processos informáticos para a criação de visualizações e perspetivas destinadas a aprimorar a análise da área, nomeadamente através de Modelos de Relevo

Local (MRL). Este procedimento permitiu discernir características do terreno na envolvente dos sítios arqueológicos, aferir a extensão dos castros, as suas estruturas defensivas, as subdivisões internas e a visibilidade dos mesmos na paisagem. Procurou-se ainda viabilizar a aplicação de um modelo de Inteligência Artificial para a deteção de novos sítios, conforme descrito adiante.

4.2. Definição das Classes de Análise

Previamente à criação dos MRLs, foi necessário obter os Modelos Digitais de Terreno (MDT) da área de estudo, bem como extrair do inventário do Portal do Arqueólogo[2] os dados vetoriais correspondentes aos sítios arqueológicos enquadrados neste estudo. Neste procedimento, verificou-se a necessidade de classificar os sítios consoante o seu grau de visibilidade nos MRLs. A categorização resultante definiu três categorias distintas:

- Categoria A: Sítios cujas feições morfológicas são facilmente identificáveis, não apresentando ruído visual significativo nem alterações antrópicas recentes.
- Categoria B: Sítios cujas feições são apenas parcialmente identificáveis, apresentando ruído visual considerável ou alterações antrópicas que dificultam a sua interpretação morfológica.
- Categoria C: Sítios cujas feições, perante a resolução dos dados da DGT, não permitem a sua identificação, parcial ou totalmente. Incluem-se aqui os sítios que estão severamente alterados antropicamente ou que simplesmente não apresentam expressão superficial identificável.

[2] A utilização do Portal do Arqueólogo implica reconhecer limitações na precisão da georreferenciação, na confirmação dos sítios arqueológicos e na inclusão de achados avulsos. Estes aspetos foram considerados na análise da distribuição espacial dos sítios e da sua relação com as características do território.

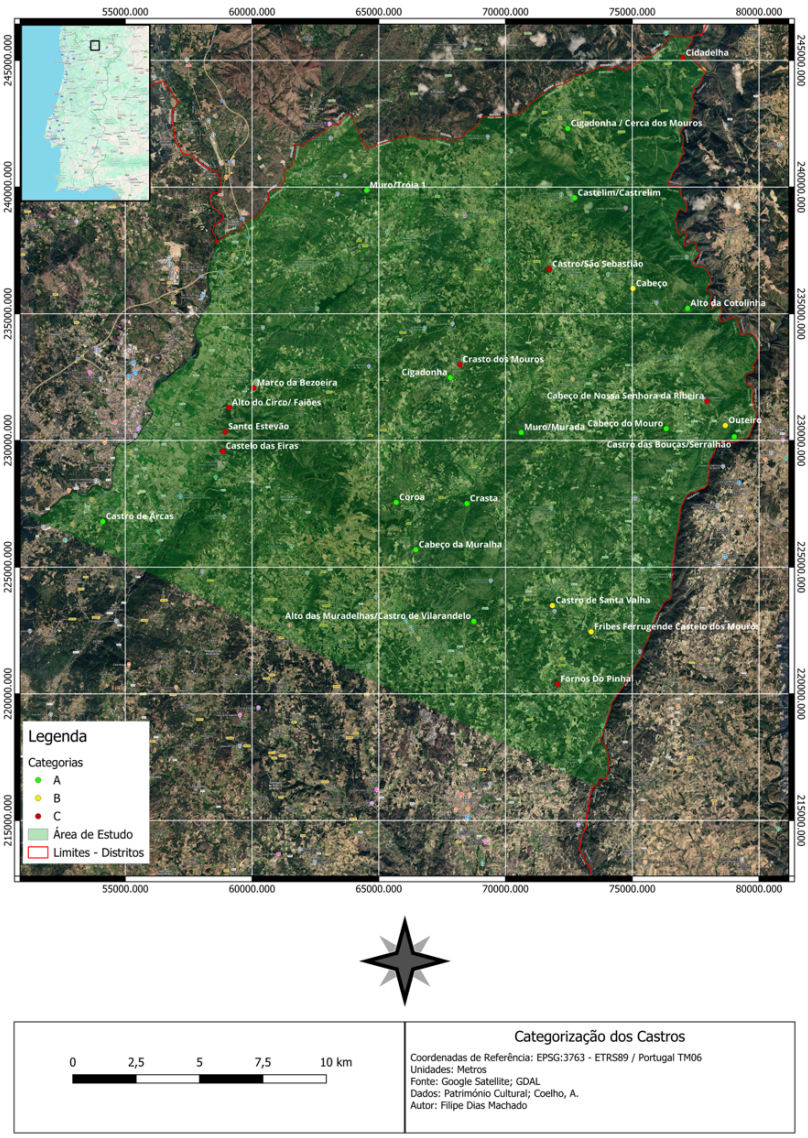


Figura 8: Categorização dos Castros.

Na utilização da Inteligência Artificial foi utilizado o modelo criado no estudo de Canedo et al. (2024). Estabeleceu-se como prioridade treinar um conjunto de dados capaz de identificar automaticamente morfologias semelhantes às de sítios castrejos, ou pelo menos os padrões de assentamento destes na paisagem. Para este efeito, foram levantados dados provenientes do distrito de Viana, obtidos no âmbito do estudo de Canedo et al. (2023). Em concreto, os MRLs e as zonas dos castros do distrito de Viana foram adquiridos sob a forma de polígonos, que seguidamente foram fornecidos ao modelo para o seu afinamento. Contudo, estes não se revelaram suficientes, pelo que

foi necessário ampliar os dados de treino com informação proveniente da própria área de estudo, levantando os sítios já presentes no Portal do Arqueólogo.

Após a inferência automática da Inteligência Artificial, procedeu-se à validação dos resultados através de um processo de verificação individual. Cada ponto assinalado foi categorizado em cinco classes distintas:

- Classe 1: Pontos que apresentam correspondência a casos previamente inventariados e subsequentemente já presentes neste estudo.
- Classe 2: Retornos positivos, correspondentes a sítios inéditos.
- Classe 3: Falsos positivos, correspondentes a erros de identificação do modelo.
- Classe 4: Sítios arqueológicos identificados que, não sendo castros, não se enquadram no âmbito específico deste estudo.
- Classe 5: Potenciais sítios igualmente inéditos não identificados pelo modelo mas descobertos em análise manual.

É importante clarificar a 2ª classificação, visto que estes pontos não constituem uma situação factual, dado não terem sido confirmados em terreno. Porém, a análise detalhada da morfologia e da implantação na paisagem aponta para a sua probabilidade. A confirmação destes dados através de prospeção terrestre foi considerada mas rejeitada por não se enquadrar no âmbito deste trabalho, uma vez que a averiguação de alguns destes pontos implicaria a averiguação de todos, o que não se enquadra nos objetivos desta investigação. A inferência constitui assim uma demonstração da capacidade analítica destas tecnologias, evidenciando a sua relevância neste tipo de estudos. As classes 2 e 5 representam hipóteses que preenchem lacunas no padrão de assentamento da região, sendo que a responsabilidade de tal investigação cabe a investigadores experientes em trabalho de campo.

Por fim, realiza-se uma breve análise de intervisibilidade, onde são levantados os dados relevantes aos castros inventariados.

4.3. Cadeia Operatória de Processamento de Dados

A operacionalização técnica deste estudo foi estruturada numa cadeia operatória sequencial, com o intuito de converter dados geoespaciais brutos em diferentes modelos de visualização adequados tanto à interpretação humana como à utilização por algoritmos de Aprendizagem Profunda. Este processo não se resumiu à simples execução de ferramentas padrão, conjugando a resolução de desafios de interoperabilidade, a automação de rotinas através de programação e a gestão de grandes volumes de dados. A cadeia operatória divide-se assim em três grandes fases: a preparação dos dados, o processamento de visualizações e a execução do modelo de inferência por Inteligência Artificial.

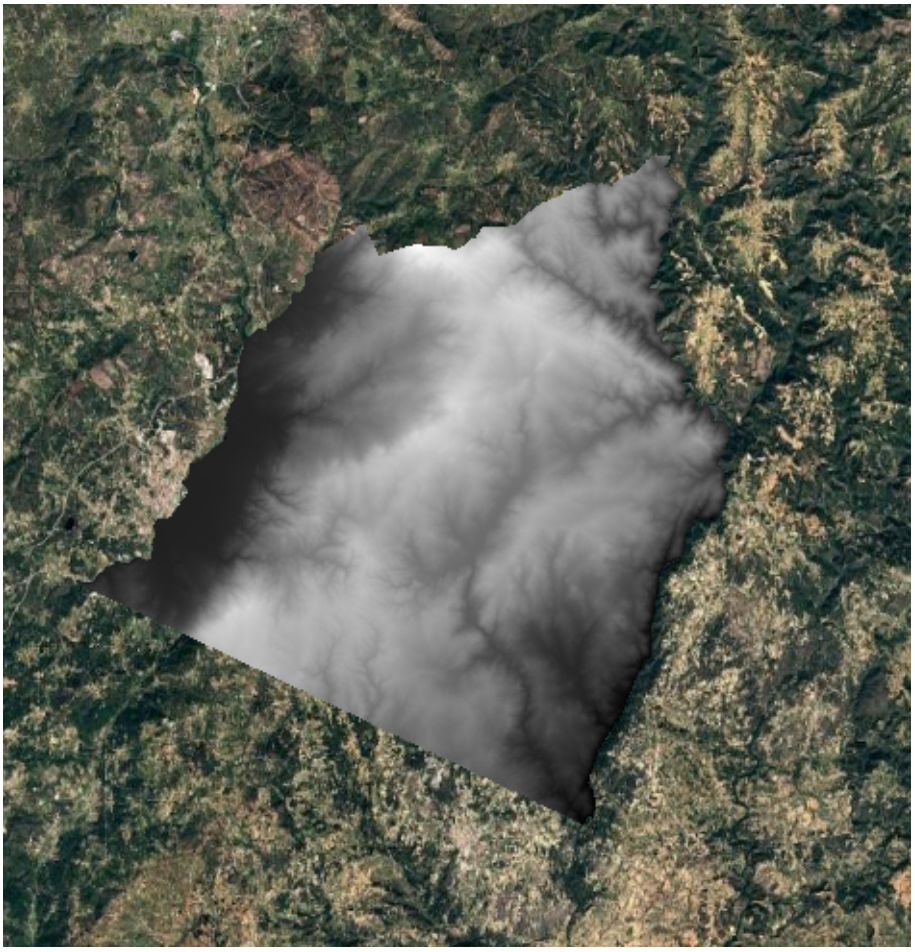


Figura 9: Grande agregado MDT.

4.3.1. Aquisição dos MDTs

O procedimento inicial consistiu na aquisição dos Modelos Digitais de Terreno junto da Direção-Geral do Território (DGT) para a cobertura da área de estudo. Esta etapa foi otimizada através do plugin de aquisição de dados da DGT no QGIS, permitindo a extração seletiva das quadrículas correspondentes à área de estudo.

Após a obtenção dos MDTs, procedeu-se à criação de um raster único através da ferramenta de Fusão. Esta opção foi adotada devido à identificação de descontinuidades entre os mosaicos na utilização da ferramenta Criar Raster Virtual (VRT). Dado que as quadrículas adquiridas possuem a dimensão de 1km² e não se enquadravam totalmente na área de estudo, aplicou-se a ferramenta de Recorte de Raster por Camada de Máscara para obter a delimitação pretendida.

4.3.2. Processamento de Dados e Problemáticas

O processamento de dados constituiu a etapa de maior complexidade técnica. Desde o início, foi clara a necessidade de dividir novamente o MDT em vários mosaicos. A divisão foi efetuada com a ferramenta Grid, que dividiu o MDT em 4 grandes mosaicos, tendo-se verificado de imediato a impossibilidade de os processar no programa Relief Visualization Toolbox (RVT) devido às exigências computacionais. Com este impasse, foi imperativo segmentar o MDT em mosaicos de menor dimensão, optando-se por unidades de 4km² sem sobreposição. Com os mosaicos neste tamanho foi possível proceder ao processamento individual de cada um através do RVT, criando um Modelo de Relevo Local a partir da opção de visualização "Archaeological Combined (VAT Combined)".

Contudo, após o processamento dos 47 mosaicos, constatou-se que esta abordagem não era viável. Devido à natureza do processamento do RVT, quando este analisa os pixéis da extremidade do mosaico, a ausência de referência aos pixéis exteriores à extensão da tile analisada levava o RVT a atribuir valores que não correspondiam à realidade do contraste daquele pixel caso tivesse um pixel vizinho. Para

solucionar este problema recorreu-se a uma abordagem alternativa: a sobreposição de 50 pixéis entre mosaicos adjacentes.

Embora a sobreposição tenha eliminado as descontinuidades nas extremidades entre mosaicos, criou um problema. A fusão e a criação de Raster Virtual revelaram-se incapazes de diluir a descontinuidade, agora presente no interior dos rasters em oposição às extremidades como anteriormente. Recorreu-se a inúmeras soluções e plugins sem sucesso, levando a que a única solução viável fosse o recorte manual da sobreposição, um processo simultaneamente falível e extremamente moroso.

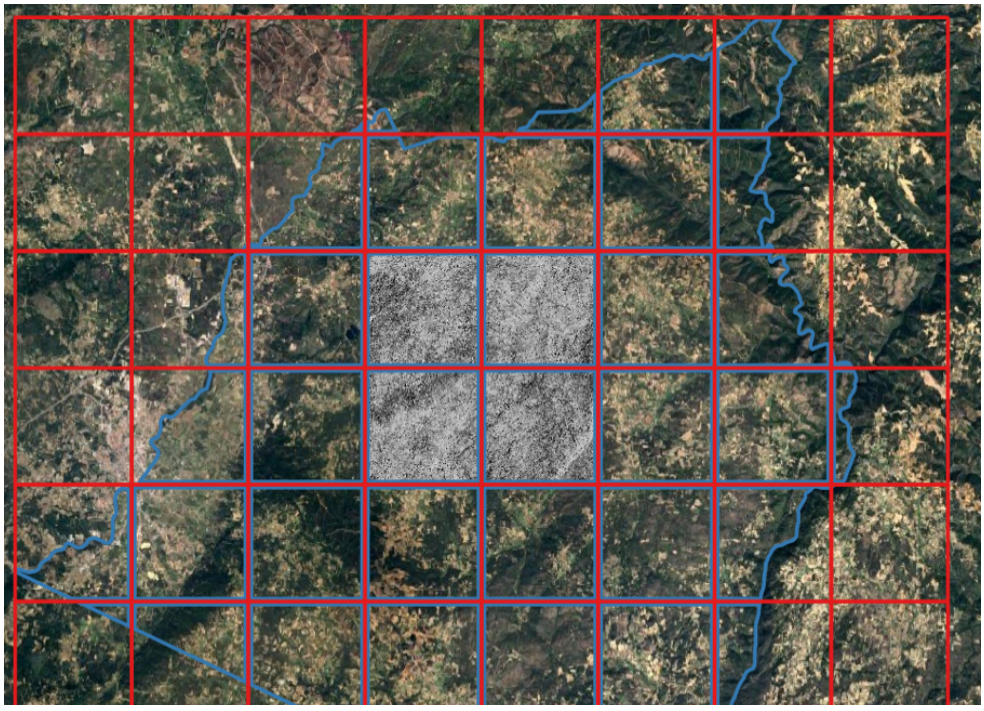


Figura 10: Teste de recorte: Grelha de Sobreposição - Azul; Grelha sem Sobreposição – Vermelho.

Perante isto, desenvolveu-se um script em Python no ambiente de desenvolvimento Antigravity, com o auxílio do modelo de Inteligência Artificial Gemini. Este script automatizou o recorte e a retenção da informação pretendida, obtendo os mosaicos sem descontinuidades. Finalmente, foi possível realizar a fusão de todos os MRLs para criar um raster único. Contudo, na fase de agregação, devido ao tamanho do ficheiro raster a ser gerado, o QGIS limita por defeito a criação de rasters a 4GB, sendo necessária a utilização do comando "BIGTIFF=YES", através da consola OSGeo4W Shell.

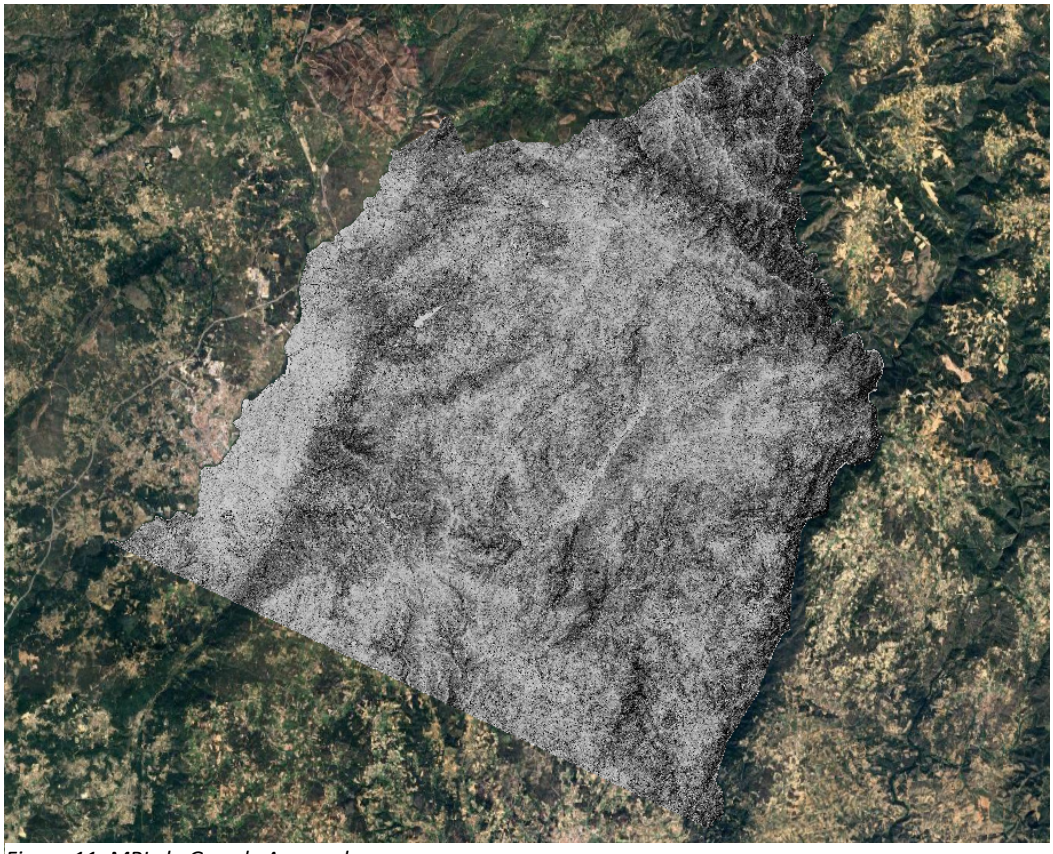


Figura 11: MRL do Grande Agregado.

4.3.3. Inteligência Artificial

A última etapa do projeto envolveu a utilização do modelo de Inteligência Artificial para deteção de sítios castrejos. A dimensão do raster, neste ponto com 22GB, exigia uma redução drástica para viabilizar o seu processamento com os recursos computacionais disponibilizados pela Google. Para tal, procedeu-se à compressão do raster através da linha de comandos do OSGeo4W Shell, aplicando os seguintes parâmetros: Deflação; Predição; Cloud Optimized GeoTIFF (COG); e conversão do tipo de dados de Float32 para 8 bits. O ficheiro comprimido resultante pesava 1,8GB, viabilizando o seu carregamento para o Google Drive.

Na primeira execução revelou-se necessário atualizar os parâmetros do modelo de inferência, dado que os ficheiros de treino diferiam dos dados da DGT tanto na resolução espacial como nas bandas de cor, uma vez que o MRL da área de estudo possuía apenas a banda cinzenta (Gray) em vez das três bandas RGB. Embora os resultados tenham manifestado algumas discrepâncias, possivelmente atribuídas a estas divergências técnicas, permitiram confirmar o que já era antecipado: a necessidade de alargamento dos dados de treino.

No apuramento e refinamento do modelo, reutilizaram-se os castros já identificados dentro da área de estudo, levantando a sua morfologia através de polígonos, num processo idêntico ao realizado para os dados de treino anteriores. Este procedimento permitiu o ajuste dos pesos do algoritmo às especificidades dos dados do MRL em análise.

5. Análise Espacial

O objetivo deste capítulo passa por analisar os castros com base nos dados adquiridos, analisando a sua área de assentamento, magnitude, morfologia e respetivas observações, em concordância com os registos existentes. Dos 26 castros inseridos neste estudo, 13 são da categoria A, 4 da categoria B e 9 da categoria C. A análise incide exclusivamente sobre os castros de categoria A e B, de acordo com as limitações estabelecidas na metodologia. Para melhor caracterização e observação dos mapas, estes encontram-se numa escala de 1:1900 ou, nos casos em que tal escala não permita abranger toda a área do castro, numa escala superior, como 1:3000 para a Crasta e Fribes Ferrugende e 1:2500 para o Castro de São Sebastião.

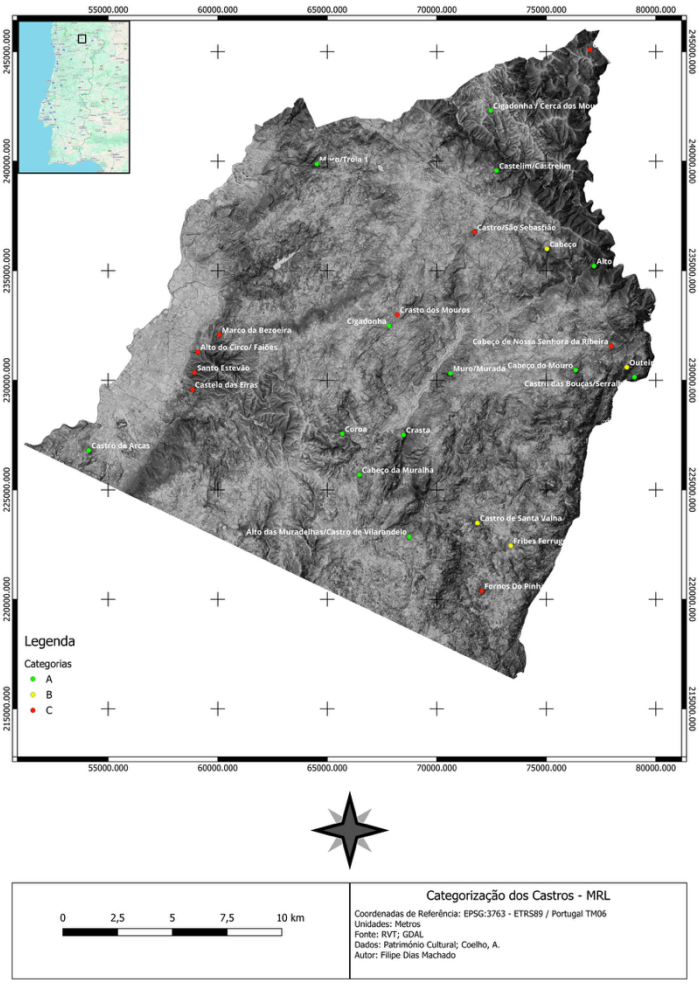


Figura 12: Enquadramento dos Sítios e Relevo na Área de Estudo.

Como é possível observar na Figura 12, cerca de um terço dos castros pertencem à categoria C. A maioria não possui qualquer expressão superficial no MRL nem evidências em terreno, situação corroborada pela ausência de informação no Portal do Arqueólogo. À exceção do Castro Cabeço de Nossa Senhora e do Castro de São Sebastião, cuja integridade se encontra, em ambos os casos, severamente comprometida por ação antrópica, resultando em feições insuficientes para uma análise morfológica consistente, os restantes sítios desta categoria são excluídos da análise pelo mesmo motivo. Todavia, estes, em conjunto com os restantes da sua categoria, serão referidos adiante, sendo mencionados o espólio documentado e o motivo da sua degradação.

Prossegue-se com os resultados do modelo de inferência, apresentando as duas execuções e os seus respetivos padrões e resultados. Neste ponto são apresentadas as possíveis deteções por parte do modelo (Classe 2) e as possíveis deteções manuais (Classe 5), complementadas por uma análise geral dos resultados com a percentagem de deteções positivas e as devidas anotações.

Por fim, apresentam-se os mapas de intervisibilidade dos castros confirmados, ou seja, aqueles já inventariados no Portal do Arqueólogo. Permitindo assim a análise destes focos de visibilidade e da área abrangida pelo conjunto, contribuindo para uma leitura do domínio paisagístico castrejo no interflúvio Tâmega-Rabaçal.

5.1. Categoria C

A categoria C caracteriza-se, como previamente referido, por sítios cujas feições, perante a resolução dos dados da DGT, não permitem a sua identificação, parcial ou totalmente, incluindo também aqueles que estão severamente alterados ou que simplesmente não apresentam expressão superficial identificável.

Os sítios enquadrados no primeiro critério, ou seja, com expressão no Portal do Arqueólogo mas com integridade comprometida, são: Cabeço de Nossa Senhora da Ribeira (CNS 4308); Castro de São Sebastião (CNS 429); Fornos do Pinhal. Os enquadrados no segundo critério, sem qualquer informação ou expressão identificável,

são: Castelo das Eiras (CNS 428); Santo Estevão (CNS 426); Marco da Bezoeira (CNS 3134); Crastos dos Mouros (CNS 3029); Cidadelha (CNS 1590); Alto do Circo/Faiões (CNS 3121)).

Os sítios que possuem espólio documentado e cujo motivo de destruição é conhecido são os seguintes:

- Marco da Bezoeira: Segundo o Portal do Arqueólogo, o espólio resume-se a fragmentos cerâmicos, líticos, carvões e cerâmica tipo "Penha". O sítio foi destruído devido a exploração mineira.
- Castro de São Sebastião: Regista-se no Portal do Arqueólogo fragmentos de cerâmica cinzenta de alegada cronologia medieval. O sítio foi descaracterizado por completo devido à tentativa de construção de um campo de futebol.
- Cabeço de Nossa Senhora da Ribeira: O Portal do Arqueólogo menciona numerosos materiais de superfície, nomeadamente líticos, fragmentos de cerâmica referentes a uma ocupação contínua da Idade do Ferro até à Idade Média, gravuras na rocha, buracos de poste, lagares escavados na rocha, uma ara votiva e uma estela funerária romana. O sítio encontra-se quase destruído devido a numerosas obras de construção e terraplanagem.

5.2. Castros de Categoria A e B

5.2.1. Cerca dos Mouros

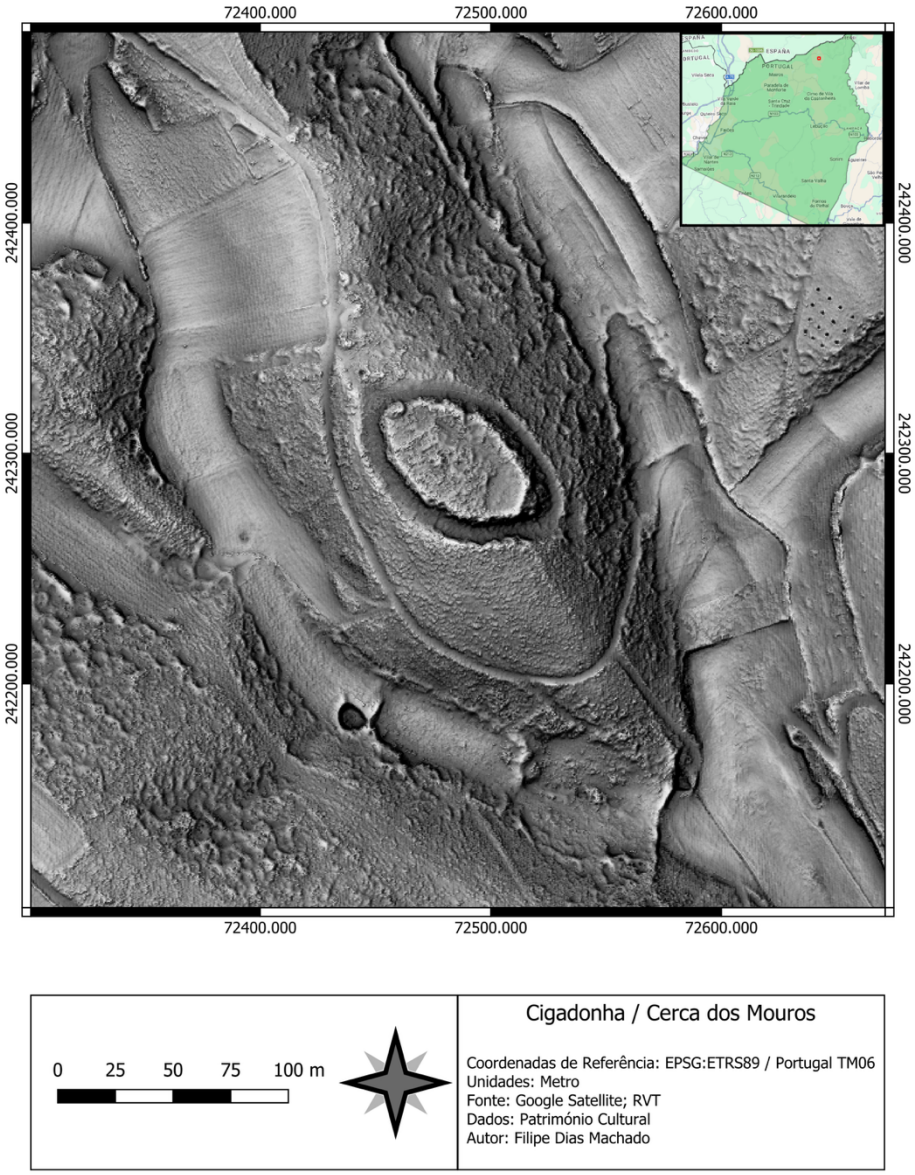


Figura 13: Mapa MRL de Cerca dos Mouros (CNS 414).

O castro de Cigadonha ou Cerca dos Mouros localiza-se na freguesia de São Vicente, Chaves, a Sul da referida aldeia, num pequeno outeiro elevando-se sobranceiramente ao Ribeiro do Poio Velho. Trata-se de um povoado fortificado de pequenas dimensões com 5600m².

O castro apresenta uma forma elipsoidal com um recinto amuralhado rodeado de um fosso. O recinto conta com um torreão, fortificação em elevação, na secção Norte do castro. Esta é a zona mais elevada do castro, facilmente distinguível no MRL, e representa a zona mais vulnerável do sistema defensivo. A área nuclear do castro abrange cerca de 2300m² com um perímetro de 175m. Já o fosso retém um perímetro de 270m.

O castro pertence à categoria A devido à clareza na definição morfológica do castro e as suas feições no MRL, e pela ausência de alterações antrópicas no mesmo. No Portal do Arqueólogo não se alude à existência de um sistema defensivo da torre, apenas os taludes que compõem o recinto amuralhado. Com o MRL confirma-se claramente a presença de um fosso, previamente somente sugerida.

O espólio, segundo os relatórios no Portal do Arqueólogo, pertencente ao Castro é nulo, devido à densa vegetação que ocupa o sítio.

5.2.2. Murada

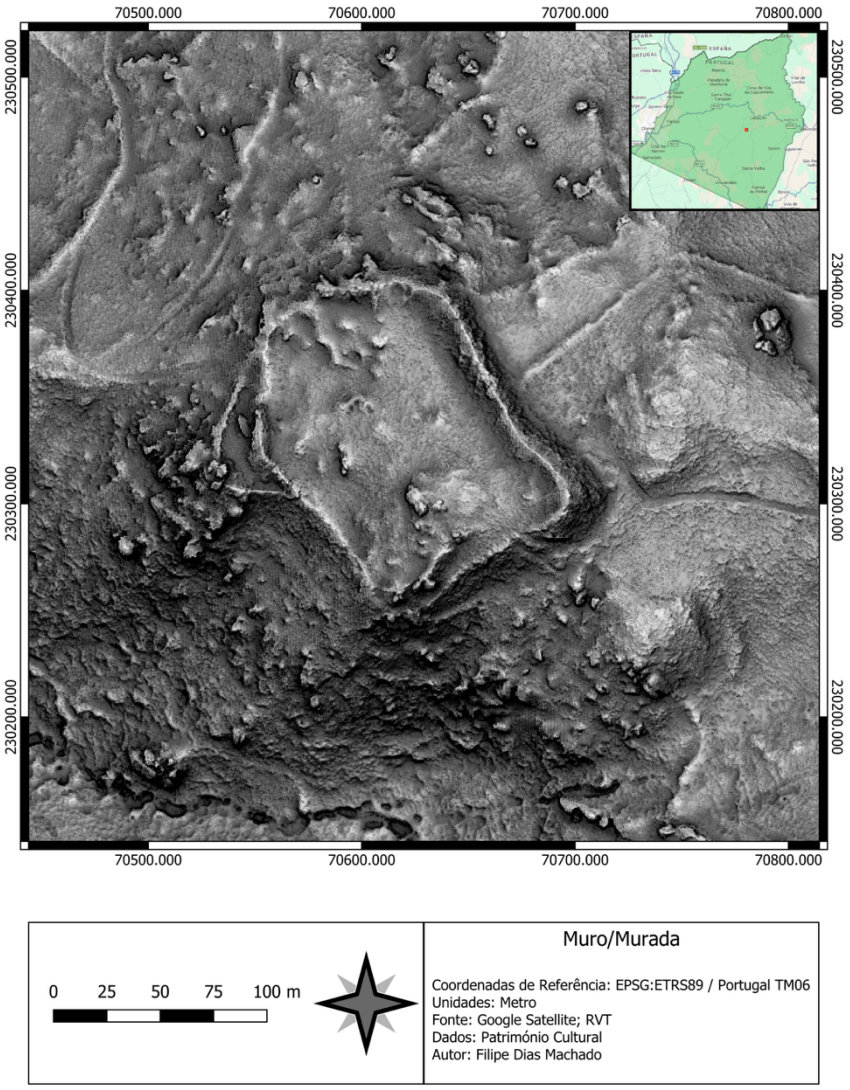


Figura 14: Mapa MRL do Muro (CNS 14248).

Povoado fortificado do Muro ou Murada localiza-se na freguesia de Fiães e Nozelos, Valpaços. O castro, de média dimensão 20000m², assenta num cabeço em esporão pouco pronunciado sobre a ribeira de Nozelos, na extremidade do planalto. Em termos de implantação defensiva este é relativamente fraco, principalmente nas zonas Nordeste a Sudeste. Contudo, é neste arco onde a maior parte das defesas se encontram.

O castro possui um grande recinto com uma área aproximadamente de 14000m². Na extremidade sudeste do recinto encontra-se um torreão onde se estende o restante do recinto se estende. Contudo, é possível observar mais uma linha de muralha a Noroeste que pode compor um reforço do perímetro defensivo e à criação de outra plataforma de ocupação. Este espaço ocupa uma área de 1100m². O castro é ladeado por um fosso na vertente Norte e Este, embora a presença deste no MRL seja pouco evidente. Na extremidade norte do fosso, confere-se a presença de pedras fincadas como dissuasor de avanço nesta zona, conquanto não esteja representada no MRL devido à resolução insuficiente dos dados LiDAR (Redentor, 2003). Segundo o Portal do Arqueólogo, existe ainda um terceiro alinhamento no Sul do sistema defensivo, semelhante ao secundário. Todavia, este não é evidente no MRL, mas sim um alinhamento dentro já do recinto naquilo que indica ser um acesso protegido.

Este povoado insere-se na categoria A devido à clareza da sua morfologia delimitando claramente o seu recinto e as restantes feições. Embora alguns desenhos da planta tenham divergências na face Sul, (Redentor, 2003), de acordo com o ponto levantado previamente. Porém isto pode ser devido a algum tipo de limitação de resolução em semelhança com o caso das pedras fincadas, ou paralelo a tal.

O espólio, como se constata no Portal do Arqueólogo, resume-se a escassos materiais de superfície, como fragmentos de cerâmica manual da Idade do Ferro.

5.2.3. Coroa

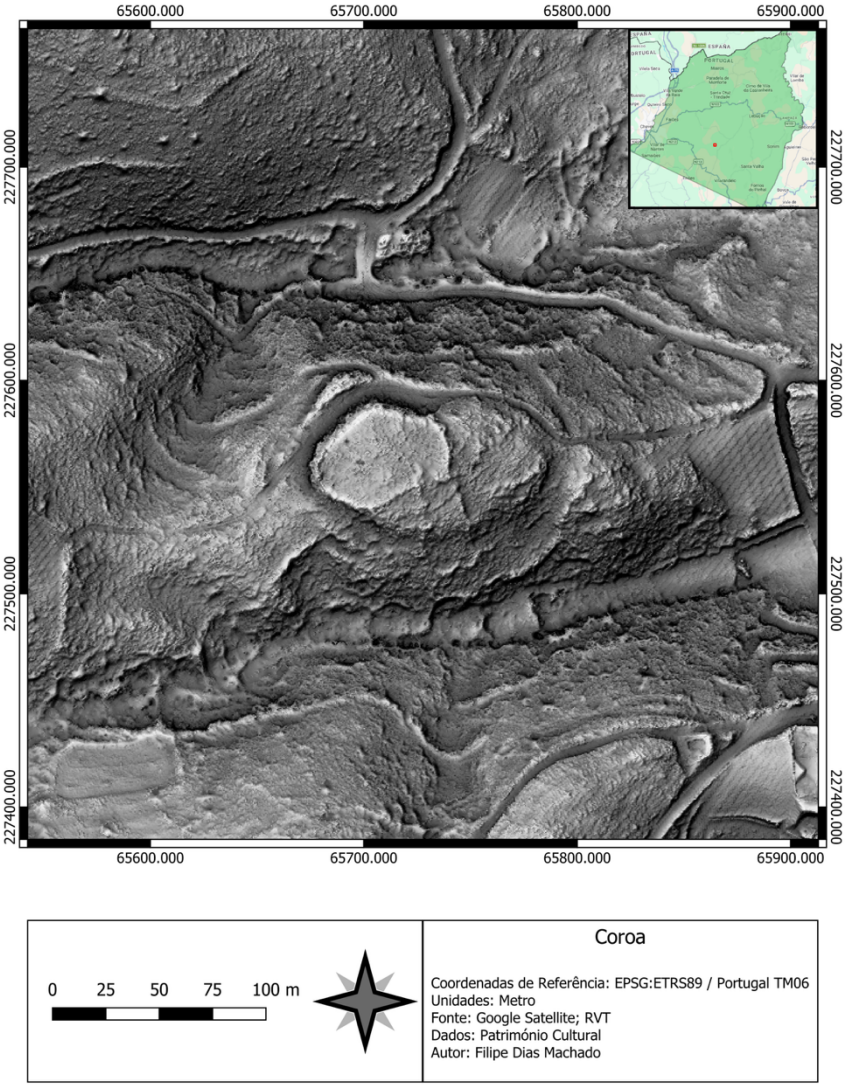


Figura 15: Mapa MRL de Coroa (CNS 14273).

O Castro de Coroa situa-se na freguesia de Tinhela e Alvarelhos, Valpaços. Constitui-se de um povoado de médias dimensões, 11000m², localizado num cabeço de um esporão pouco pronunciado, entre duas ribeiras, na extremidade do planalto dominante sobre a aldeia de Alvarelhos.

O castro apresenta boas condições de implantação estratégica, possuindo o que será um fosso do lado Norte e Oeste, aproveitando o declive natural do terreno como elemento defensivo passivo. O castro possui um recinto dividido naquilo que será a Acrópole a Este e o restante a Oeste, claramente distinguível na Figura 15. A Acrópole representa uma área de 2000m², enquanto o recinto total apresenta uma área de 4000m². Apresenta igualmente aquilo que sugere ser um ponto de acesso à Acrópole, localizado na extremidade Sudeste do recinto, com um respetivo alinhamento. Por fim, o castro apresenta a Sul o que aparenta ser uma incisão no terreno, apontando para uma zona de exploração mineira.

O castro da Coroa enquadra-se na categoria A devido a visibilidade das suas feições morfológicas, embora os limites a Sul sejam mais dificilmente compreendidos. Uma densa vegetação cobre a implantação do castro sendo apenas observável a partir do MRL. É igualmente relevante sublinhar a acentuação do recinto amuralhado no ponto Oeste do mesmo em relação ao restante, apontando para uma fortificação em elevação como um torreão.

Segundo os registos no Portal do Arqueólogo, não se encontraram materiais de superfície, porém foi observado um talude de uma grande estrutura, possivelmente uma muralha interna, que divide o sítio em Este-Oeste. Esta divisão é observável na figura 15.

5.2.4. Castro de Bouças

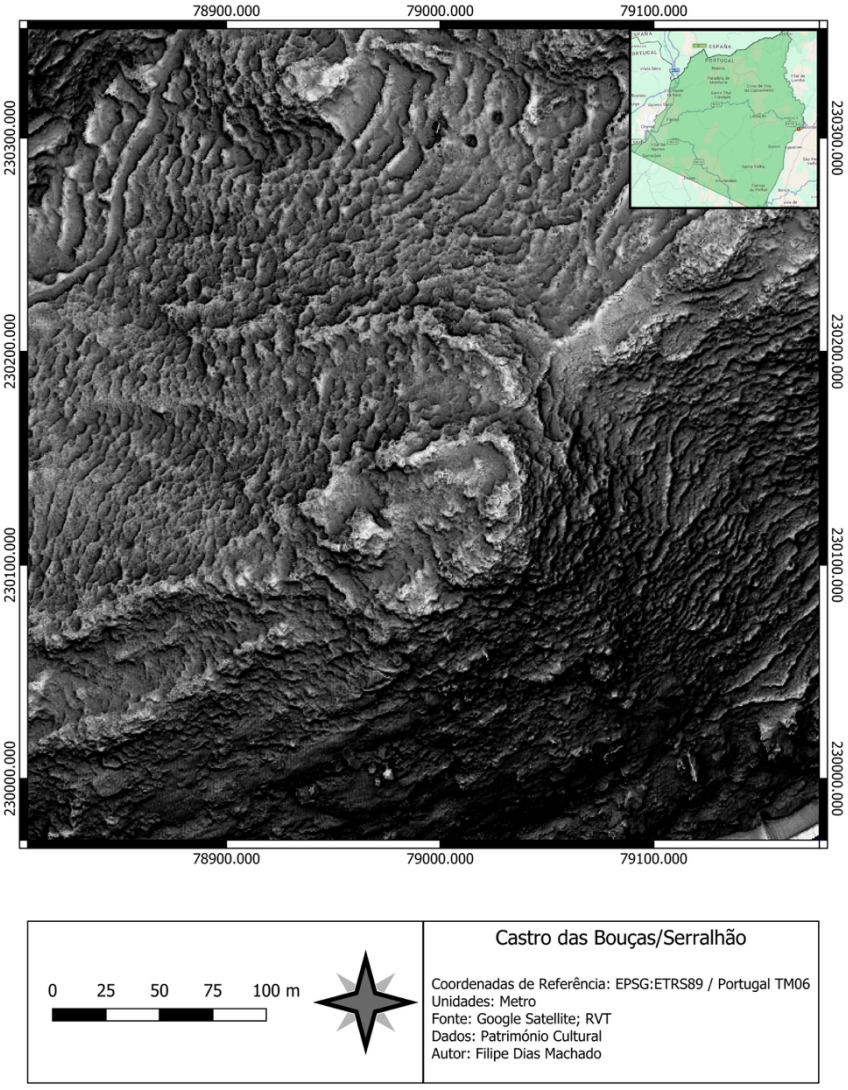


Figura 16: Mapa MRL de Castro das Bouças (CNS 14264).

O castro das Bouças ou Serralhão situa-se na freguesia de Bouçais, Valpaços. É um povoado de média dimensão 20000m², implantado estrategicamente num cabeço de esporão onde se encontra bastante defensível, tendo uma única via de aproximação a Nordeste, sendo os restantes ângulos condicionados pela inclinação natural do terreno.

O castro apresenta no topo do colo de acesso uma linha de muralha em arco que cobre os ângulos de aproximação de Noroeste a Sudeste, formando um recinto de 7000m². Apresenta ainda um outro recinto de 4500m², que se estende além do primeiro, para Sudoeste pela vertente do esporão. Contudo, é possível observar um terceiro recinto de 4500m² a Norte do principal colo, podendo estar associado a um

reforço do perímetro defensivo da aproximação a partir do Norte e à criação de outra plataforma de ocupação. Este último não está mencionado nos registos do Portal do Arqueólogo, que alude somente à existência de dois recintos: o núcleo, na parte mais alta, Acrópole, e a sua extensão, materializada no segundo recinto a Sudoeste. A linha de muralha do terceiro recinto é claramente distinguível no MRL; contudo, a análise de perfil combinada com a densa vegetação característica destes sítios sugere que passaria despercebida numa prospeção convencional, demonstrando a importância da utilização do MRL em conjunto com o trabalho de campo para o apuramento dos resultados. Todavia, o segundo recinto mencionado nas últimas intervenções, a Sudoeste, poderá corresponder a uma zona de exploração mineira e não a um recinto de assentamento, pelo menos num primeiro momento.

O castro de Bouças insere-se na categoria A devido às suas feições relativamente claras, pois estas mesmo sobre a incidência do MRL revelam algum ruído e falta de resolução. Contudo, também não se observam alterações antrópicas a níveis significativos ou existentes.

É citada a recolha de alguns fragmentos de cerâmica manual da Idade do Ferro no Portal do Arqueólogo.

5.2.5. Castro de Vilarandelo

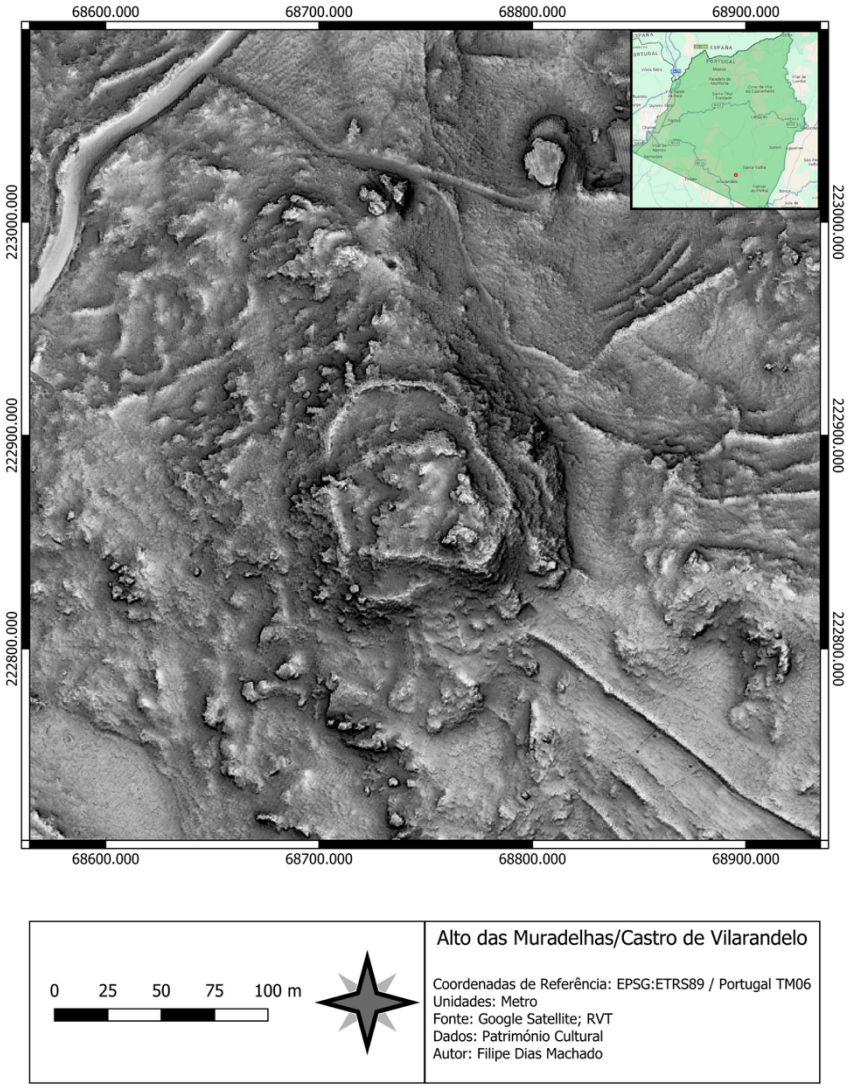


Figura 17: Mapa MRL de Alto das Muralhas (CNS 4461).

O Castro de Vilarandelo localiza-se na freguesia de Vilarandelo, Valpaços. O Castro de médias dimensões com uma área de 12000m², estando implantado num cabeço de um esporão com pouca pronuncia, visando o ribeiro do Piago. Este não possui boas condições de implantação defensiva dado que todas as vias de aproximação não detêm fortes inclinações no auxílio da defesa do sítio.

O castro dispõe de uma morfologia oval sendo moderadamente aplanado no seu núcleo. Possui um

recinto interior com 3000m² do qual arrancam mais duas linhas de muralha para a face Norte e na face Sul. A Norte a linha de muralha arranca a partir da face Oeste do recinto arqueando desde o Oeste até a Este, onde esta termina. A muralha a Sul localiza-se facilmente a Sudoeste do recinto principal, materializando-se numa plataforma artificial. Aqui é importante delinear algumas limitações do MRL, primeiramente no Portal do Arqueólogo é referido à existência de grandes lajes, tanto tombadas com *in situ,* que alegadamente formam um corredor de entrada no castro. Estas feições devido à sua microescala, e à resolução dos dados da DGT, não são passíveis de identificação a partir do MRL, embora se possa observar 3 aberturas nas linhas de muralha que podem corresponder a tal descrição. A segunda limitação destaca-se na impossibilidade de identificar o restante do campo de pedras fincadas citadas no Portal.

O Castro de Vilarandelo insere-se na categoria A devido a clareza da sua morfologia e feições principais, tais como o seu recinto e das seguintes linhas de muralha. Porém também apresenta as limitações já conhecidas deste tipo de abordagem.

No Portal do Arqueólogo encontra-se registado o espólio como alguns materiais de superfície e diferenças de estruturas e aparelhos no pano de muralha visível apontando para dois períodos de ocupação, Idade do Ferro e Idade Média. Também foi constando um campo de pedras fincadas.

5.2.6. Cigadonha

O povoado fortificado de Cigadonha situa-se na freguesia de Planalto de Monforte, Chaves. Castro de grande dimensão com uma área de 21000m² no estado atual de conservação tendo possibilidade de equacionar os 30000m² se considerar a área envolvente perturbada antropicamente. O castro posiciona-se a meia encosta com uma implantação estratégica interessante sobre o vale da ribeira de Nozelos, mas que defensivamente é deficiente. Todos os acessos ao castro são inclinações suaves do terreno.

O castro possui uma morfologia ovalada com um recinto principal cuja muralha rodeia todo o povoado. O interior do povoado representa uma plataforma aplanada descaindo suavemente para Este. Devido às deficiências estratégicas da sua implantação o esforço construtivo no sentido defensivo é notório, demonstrado pela presença de dois fossos sucessivos diante do recinto, cujo talude do próprio chega a 8 metros de altura em certas zonas do perímetro. Segundo os registos do Portal do Arqueólogo, este sugere a existência das linhas de fossos consecutivos dos quais se podem facilmente confirmar nas zonas Oeste e Sul. A zona norte e zona Este do povoado foram alteradas antropicamente, contudo em princípio o fosso devesse rodear o castro por completo. As linhas de fossos podem também ser observadas por meio de imagens satélite no solo que sobrepõe as linhas visíveis no mapa a este atribuído. Possivelmente até pelo índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

O castro de Cigadonha insere-se na categoria A, devido à morfologia claramente representada no MRL, delimitando com clareza a sua extensão para Sul e Oeste. Contudo a sua extensão a Norte e Este pode somente ser especulada devido à destruição destas faces.

O espólio do castro de Cigadonha engloba escassos fragmentos de cerâmica comum romana e tégulas como materiais de superfície. São relatadas pedras à superfície estipuladas serem de construções. Apesar de não existirem, ainda, evidências de uma ocupação da Idade do Ferro, esta deve existir, como constatado no Portal do Arqueólogo.



Figura 18: Mapa MRL de Cigadonha (CNS 433).

5.2.7. Cabeço da Muralha

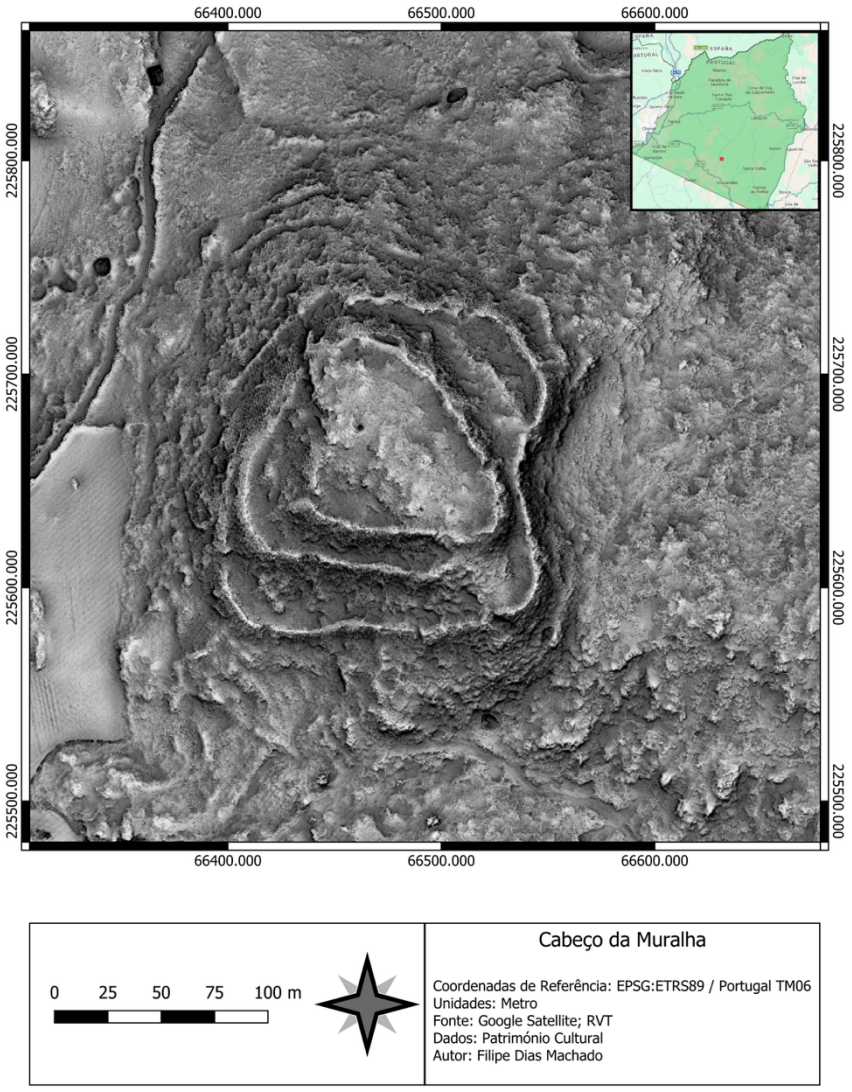


Figura 19: Mapa MRL de Cabeço da Muralha (CNS 3668).

O povoado fortificado do Cabeço da Muralha situa-se na freguesia de Tinhela e Alvarelhos, Valpaços. O castro de grandes dimensões cobre uma área correspondente a 31000m², implanta-se num cabeço de um esporão pouco pronunciado, dominando o planalto onde se insere. Por possuir condições defensivas deficientes, compensa-as com um elaborado sistema defensivo.

O sistema defensivo do castro é composto por 3 linhas de muralha e fosso. No recinto interior, 6000m², encontra-se um torreão no acesso principal, a Este, de onde arranca a linha de muralha cujo perímetro constitui uma morfologia ovalada. A segunda linha de muralha percorre somente o lado sul do castro, o mais vulnerável devido à disposição do terreno (constitui-se como linha defensiva intermédia entre a interna e externa). Esta arranca da linha de muralha interior, do torreão mais concretamente, e reconecta-se a Noroeste. A terceira linha de muralha é a mais externa de todas, esta rodeia por completo o povoado. Acompanha a muralha interna a curta distância somente afastando-se a Nordeste, criando uma grande plataforma ocupacional dentro do sistema defensivo. Segundo os registos do Portal do Arqueólogo, o castro conta também com a existência de um campo de pedras fincadas na via principal de acesso, embora estes não sejam visíveis no MRL. Os registos presentes no Portal do Arqueólogo apontam para a possibilidade da existência de um fosso do lado Este estendendo-se a Sul, e com a consequente análise do perfil do terreno permite verificar tal depressão. Contudo, os dados refletidos na análise do perfil não se materializam na confirmação do fosso devido à subtileza dos supracitados.

O castro do Cabeço da Muralha, integra-se na categoria A como um excelente exemplo de visibilidade da sua morfologia e consequente sistema defensivo.

O castro do Cabeço da Muralha, de acordo com os registos no Portal do Arqueólogo, apresenta materiais de superfície de época romana e medieval, sobretudo tégulas, acompanhadas de rochas com covinhas e sulcos e o que aparenta ser um tabuleiro de jogo. A respeito da Idade do Ferro apresenta cerâmica manual do respetivo período assim como 4 a 5 derrubes de forma circular.

5.2.8. Castrelim

O povoado fortificado de Castelim ou Castrelim situa-se na freguesia de Travancas e Roriz, Chaves. É um povoado de pequenas dimensões apresentando uma área de 4000m², implantado num cabeço de um esporão pouco pronunciado dominante sobre o vale do rio Mousse.

O castro possui uma morfologia ovalada com um único alinhamento de muralha formando o seu recinto. Possui algum tipo de fortificação, como um torreão, na sua principal via de aproximação, Oeste, dada a elevação da muralha nesta zona do recinto. O recinto encontra-se o seu ponto mais alto a Oeste, na zona do acesso principal, e o seu ponto mais baixo a Este, para onde este vai descaindo suavemente. Este eixo Oeste-Este possui uma distância de 72m, e o seu eixo de largura sensivelmente Norte-Sul aproxima-se dos 47m. Para todos os efeitos dos dados apresentados, não aparenta possuir fosso, pelo menos nas demais vias de aproximação além da principal, as quais se encontram antropicamente alteradas.

O sítio de Castrelim insere-se na categoria A pela clareza das suas feições morfológicas no MRL sem evidências significativas de alteração antrópica à exceção da via de acesso principal.

Não existe nenhum espólio referente à cronologia do local. Contudo, Segundo Teixeira "num terreno contíguo, a S., que se encontrava cultivado com milho foi possível recolher alguns escassos fragmentos de tegulae e alguma cerâmica comum de coloração predominantemente negra, provavelmente medieval" (Teixeira, 1996: 57, nº323.). Na altura dos trabalhos realizados pelo responsável António Luís Pereira, em 2004, o sítio teria alguma vegetação, não permitindo comprovar as observações do autor citado.

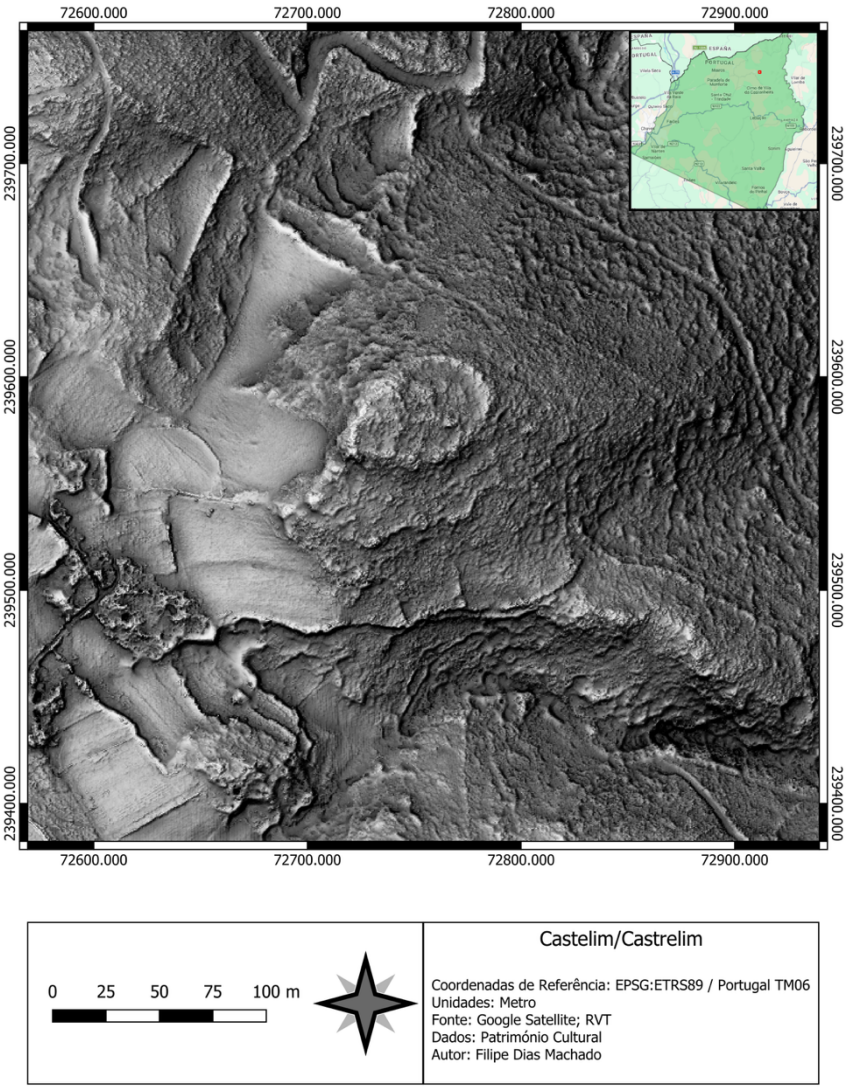


Figura 20: Mapa MRL de Castelim (CNS 20486).

5.2.9. Tróia 1

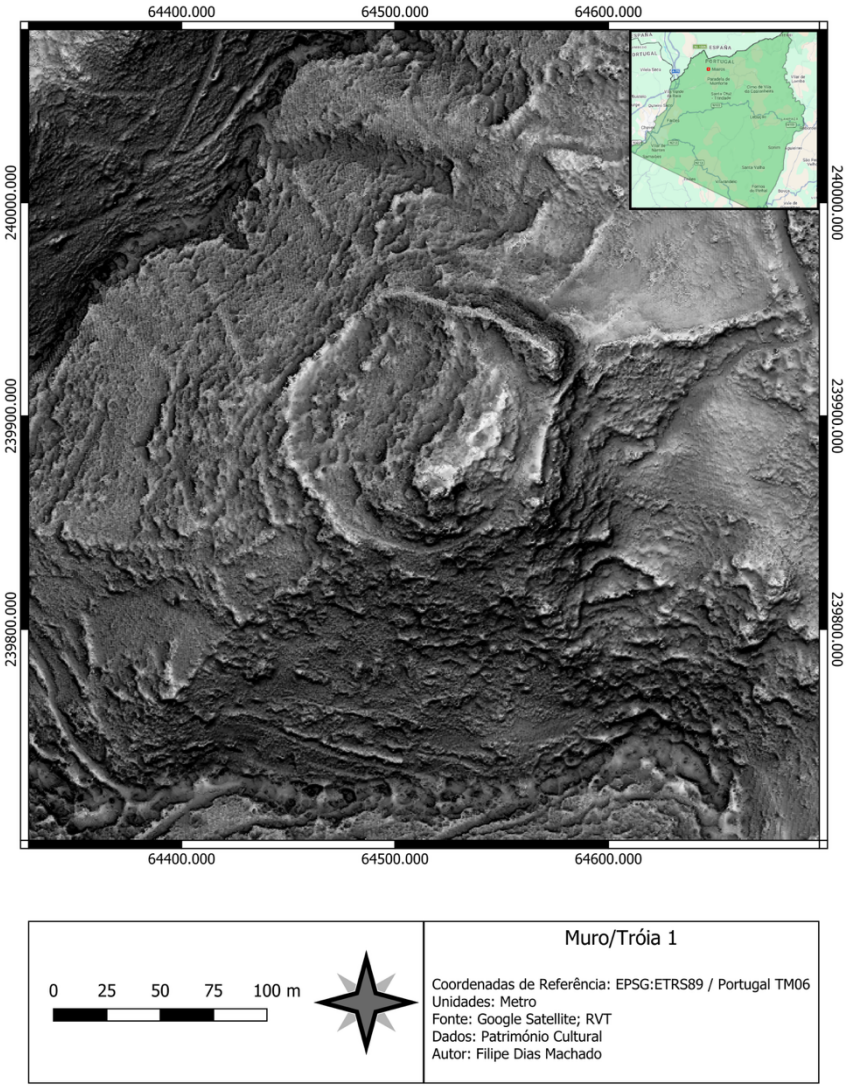


Figura 21: Mapa MRL de Troia 1 (CNS 1573).

O Castro Muro ou Tróia 1 situa-se na freguesia de Mairos, chaves. O castro de média dimensão, 14000m², assenta num esporão localizado numa vertente com declive não muito acentuado. Devido a isto, estrategicamente este tem condições somente razoáveis graças às encostas não excessivamente inclinadas, e também à visibilidade em redor.

O castro é morfologicamente ovalado integrando 3 linhas de muralha no seu sistema defensivo e fosso. A primeira linha de muralha rodeia na integra o castro; tendo na via de aproximação principal, Nordeste, uma cota superior ao restante recinto defensivo,

torreão. A segunda linha amuralhada sucede a primeira culminando num cabeço rochoso aplanado, formando uma acrópole. A terceira linha defensiva localiza-se no interior do perímetro definido pela segunda, constituindo o núcleo mais protegido do sistema defensivo. É de notar o mau estado de conservação destas linhas de muralha devido às perturbações antrópicas, estas revelam-se no MRL.

O Castro Tróia 1 enquadra-se na categoria A mesmo com as alterações antrópicas relatadas no Portal do Arqueólogo, pois ainda preserva a sua morfologia satisfatoriamente.

Tróia 1, segundo Portal do Arqueólogo, possui escassos materiais de superfície, tais como fragmentos de cerâmica manual da Idade do Ferro, não havendo outras indicações de ocupações posteriores no interior da zona amuralhada. Existindo, no entanto, na encosta a Sudoeste abaixo da muralha e nas encostas adjacentes do outro lado das ribeiras, vários vestígios dispersos pertencentes às épocas romana e medieval.

5.2.10. Crasta

O sítio de Crasta localiza-se na freguesia de Tinhela e Alvarelhos, Valpaços. O povoado de médias dimensões (15000m²) assenta num cabeço em esporão. O castro ocupa uma posição estratégica dominante sobre o vale do rio Calvo, com uma defesa imponente devido à sua própria implantação.

O castro possui um sistema defensivo composto por duas linhas amuralhadas e fosso. O fosso defende a via de aproximação natural, Sudoeste; a primeira define a plataforma superior (cotas mais elevadas); a segunda delimita a vertente de grande declive do esporão, possuindo no seu ponto Sul um torreão.

O Povoado Fortificado da Crasta compõe-se como categoria A. Contudo, notaram-se diversos alinhamentos no MRL o que poderá indicar a existência de linhas defensivas adicionais que não foram identificadas previamente, ou pelo menos não são mencionadas nos registos do Portal do Arqueólogo de modo claro.

O espólio do Sítio de Crasta abarca alguns fragmentos de cerâmica da Idade do Ferro, segundo os registos no Portal do Arqueólogo. Freitas (2003) refere ainda a existência de

uma rocha com covinhas e sulcos na vertente Oeste do cabeço e ainda uma outra rocha com cruzes localizada a cerca de 800 metros a Sul do povoado.



Figura 22: Mapa MRL de Crasta (CNS 5446).

5.2.11. Outeiro

O Povoado Fortificado do monte do Outeiro localiza-se na freguesia de Bouçoães, Valpaços. O castro de médias dimensões 10000m² implanta-se num outeiro, local de proeminência, junto a uma ribeira afluente do rio Rabaçal; possui uma posição defensiva favorável com inclinações íngremes nas suas vias de aproximação.

O povoado insere-se na categoria B devido à dificuldade de identificação de traços do sistema defensivo ou alinhamentos em geral (No Portal do Arqueólogo relatam

aquando dos últimos processos os respetivos derrubes de tais defesas mas citam a impossibilidade de uma interpretação acessível dos mesmos). Dados do Portal do Arqueólogo relatam a destruição ou grande alteração do sítio, devido à olivicultura do local.

No MRL é percetível este nível de destruição, caos e ruído que em conjunto negam qualquer tipo de interpretação do sítio não permitindo interpretações além das mais superficiais.

O espólio, segundo o Portal do Arqueólogo, resume-se a grandes quantidades de fragmentos de tegulae, imbrices, fragmentos de cerâmica lisa de cronologia romana e medieval.

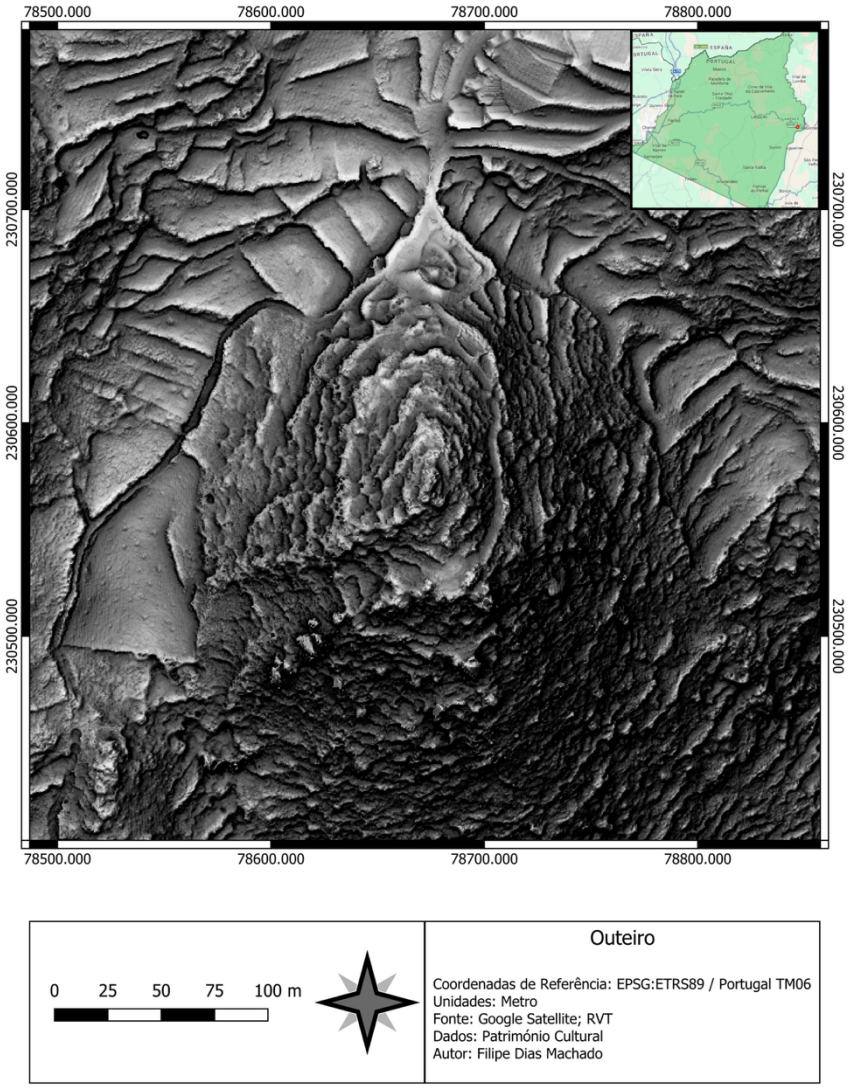


Figura 23: Mapa MRL de Outeiro (CNS 14279).

5.2.12. Castro de Santa Valha

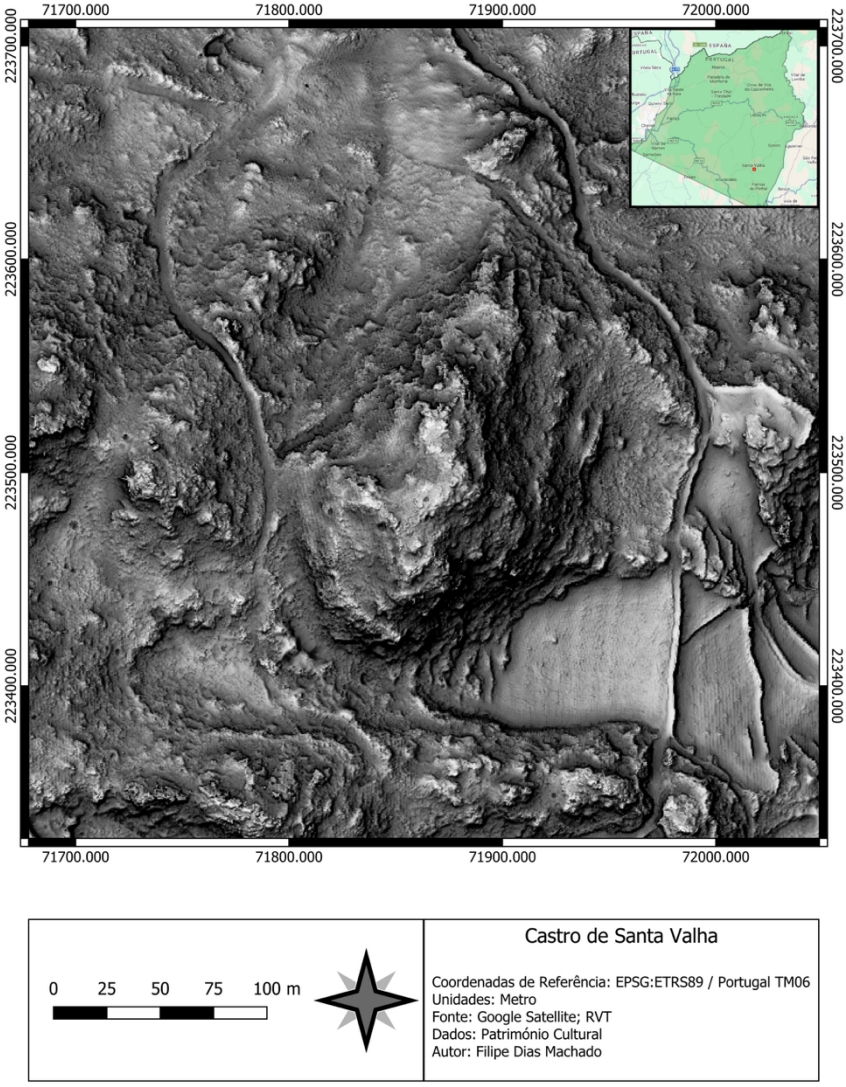


Figura 24: Mapa MRL de Castro de Santa Valha (CNS 5291).

O castro de Santa Valha situa-se na freguesia de Santa Valha, Valpaços. O Castro de pequenas dimensões (6500m²) encontra-se assente num cabeço de um esporão sobranceiro ao vale da ribeira de Santa Valha, garantindo-lhe uma implantação estratégica e defensiva satisfatória.

O sistema defensivo é composto por duas linhas de muralha e um fosso a Sudoeste, sobre a via de aproximação principal. Segundo os registos do Portal do Arqueólogo, boa parte dos troços de muralha sofreu destruição gradual devido à proximidade com a

aldeia onde o castro se insere. As consequências são visíveis no MRL onde não existem alinhamentos claros, maioritariamente taludes apenas, à exceção de certos casos. É de notar na zona sul a presença de uma incisão indicando uma zona mineira.

Devido ao citado anteriormente o castro de Santa Valha classifica-se na categoria B. Apesar de ainda ser possível ver alguma da extensão do povoado, a leitura morfológica do sítio fica assim severamente comprometida, não permitindo uma análise detalhada do sistema defensivo.

Segundo o Portal do Arqueólogo, o sítio não regista materiais de superfície. Contudo, foi possível detetar vestígios de uma estrutura circular, assim como sulcos e buracos de poste escavados no afloramento. Possuindo ainda um lagar escavado na rocha dentro da zona amuralhada.

5.2.13. Alto da Cotolinha

O povoado fortificado do Alto da Cotolinha localiza-se na freguesia de Sanfins, Chaves. O castro de médias dimensões (12000m²) encontra-se implantado num cabeço de um esporão que descai gradualmente sobre o Ribeiro de Parada.

O castro de morfologia ovalada detém um sistema defensivo composto por duas linhas de muralha e fosso. O Portal do Arqueólogo aponta para um derrube daquilo que seria um torreão na zona Norte do povoado, que infelizmente não possui expressão no MRL, juntamente com o fosso. Ambas as estruturas teriam o papel de reforçar a defesa na via de acesso principal.

O castro do Alto da Cotolinha insere-se na categoria A. Apesar da má conservação de certos pontos do povoado e do ruído causado pela vegetação, é possível constatar a sua extensão com clareza e a zona que este ocupa.

Os únicos materiais de superfície aqui recolhidos são citados por Teixeira (1996) "apenas alguns escassos fragmentos de cerâmica da Idade do ferro" (Teixeira,1996: p.60, nº 332).

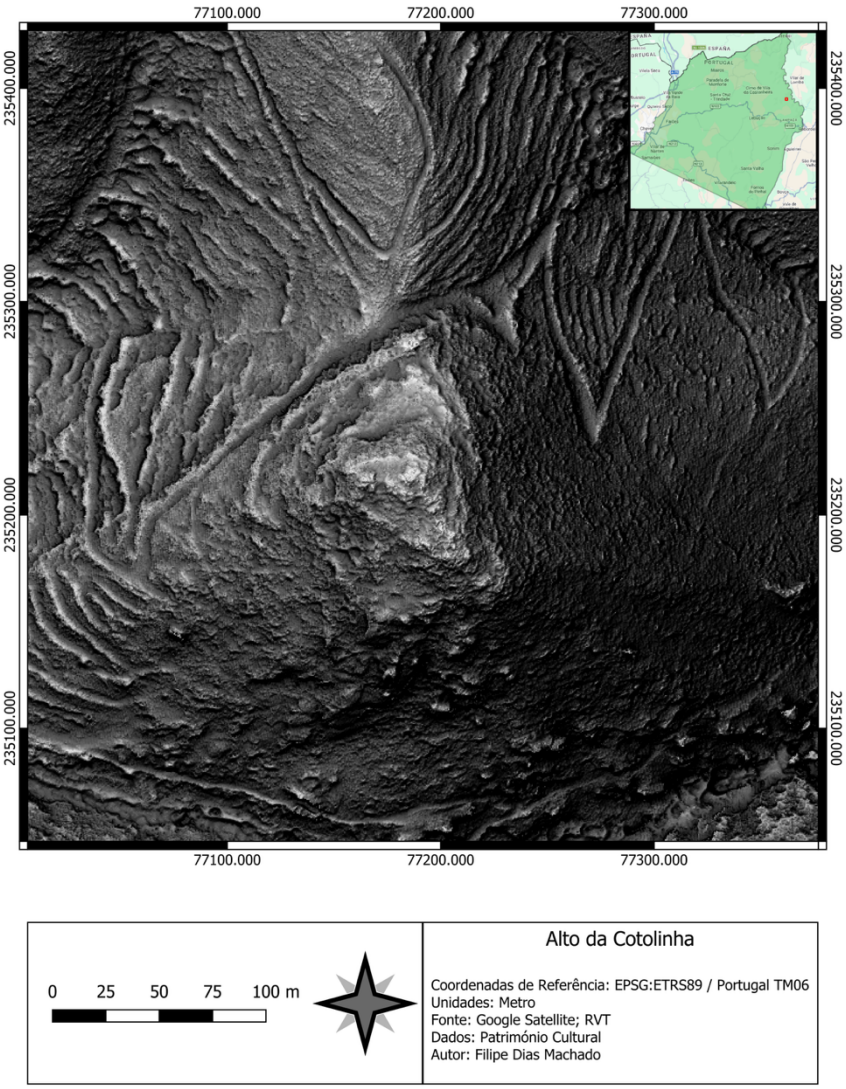


Figura 25: Mapa MRL de Alto da Cotolinha (CNS 692).

5.2.14. Castro de Arcas

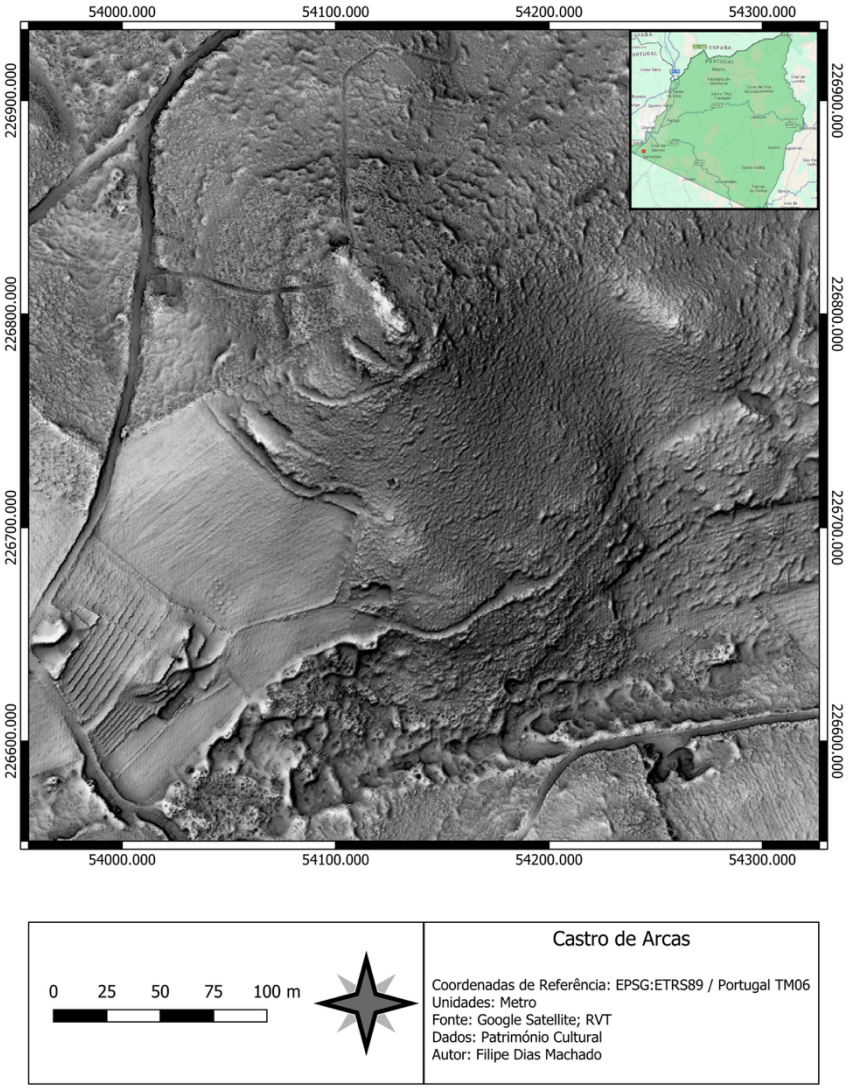


Figura 26: Mapa MRL de Castro de Arcas (CNS 20914).

O povoado de Castro de Arcas localiza-se na freguesia de São Pedro de Agostém, Chaves. O castro, de grandes dimensões (25000m²) encontra-se implantado no cabeço de um outeiro de configuração cónica, que lhe confere uma dominância estratégica e visual ampla sobre a veiga de Chaves, conferindo-lhe boas condições de defesa natural.

O sítio possui morfologia ovalada com duas linhas de defesa concêntricas. Na cota superior existe uma plataforma antecedida, no setor Sudeste, por um ténue talude que sugere a existência de uma estrutura defensiva nesta zona mais vulnerável. Segundo o Portal do Arqueólogo, o local não apresenta estruturas visíveis ou derrubes que permitam atribuir-lhe uma tipologia de assentamento, para além de fragmentos de

telha de meia cana e de cerâmica de cronologia medieval, propondo-se mesmo a hipótese de se tratar de uma atalaia. Contudo, o sítio é diretamente citado por Lemos (1993). Outro elemento que contraria esta ambiguidade, citado no Portal do Arqueólogo, localiza-se a Sul do povoado, uma incisão no terreno, visível na Figura 26, correspondente a uma provável zona de exploração mineira.

O Castro de Arcas insere-se na categoria A pela distinção geral das suas feições e limites no MRL, nomeadamente as duas linhas de defesa concêntricas, ainda que parte do seu perímetro careça de uma definição morfológica tão nítida quanto a observada noutros sítios desta classe.

Contudo, o Portal do Arqueólogo afirma que o espólio se limita a quantidades significativas de fragmentos de telha de meia cana e escassos fragmentos de cerâmica comum de cronologia medieval.

5.2.15. Cabeço do Mouro

O sítio de Cabeço do Mouro localiza-se na freguesia de Bouçoais, Valpaços. O castro, de pequenas dimensões (5000m²), implanta-se num cabeço de esporão sobranceiro ao ribeiro de Bouçoais.

O povoado possui morfologia ovalada, com uma linha de muralha. No acesso natural ao castro, a norte, confirma-se a existência de fosso e torreão, como se constata na Figura 27.

O Castro de Cabeço do Mouro insere-se na categoria A devido à clareza da definição do recinto defensivo na zona de aproximação, a norte, embora não se possa afirmar o mesmo para a zona sul do castro.

O Portal do Arqueólogo não alude à existência de cerâmica, mas sim às rochas com numerosos entalhes, sulcos e buracos de poste.

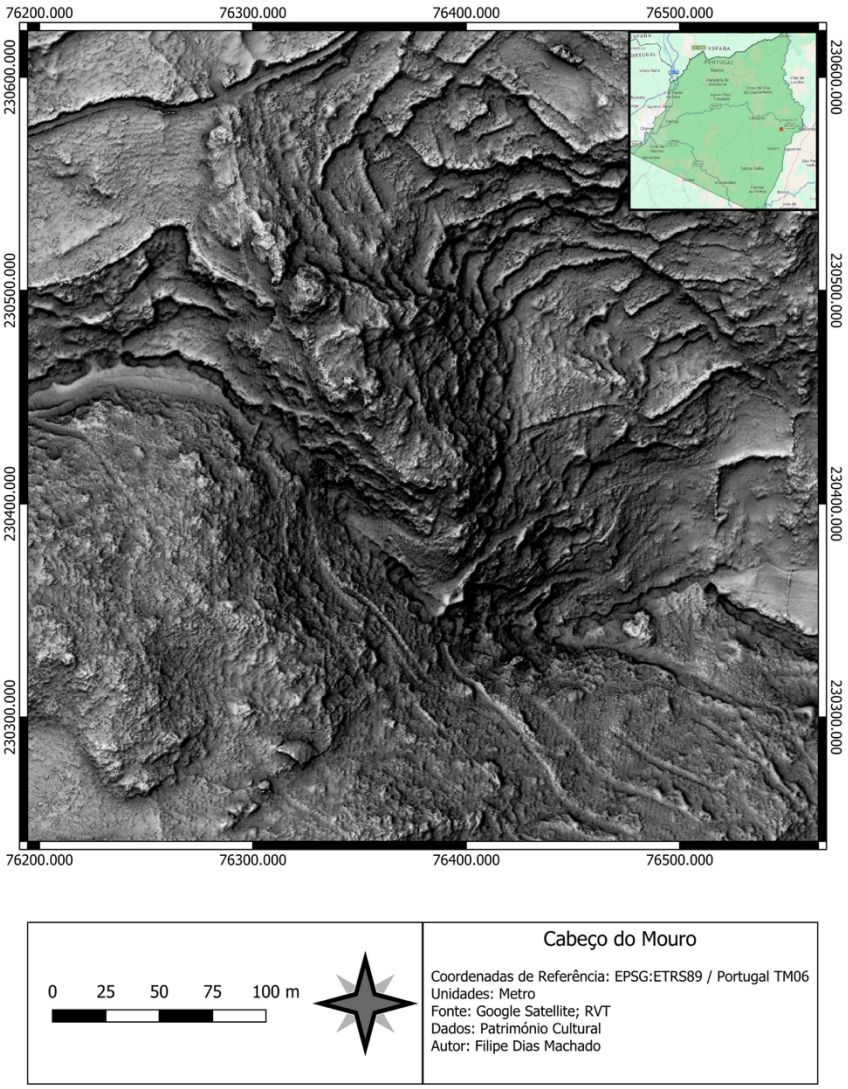


Figura 27: Mapa MRL de Cabeço do Mouro (CNS 14266).

5.2.16. Fribes Ferrugende

O sítio de Fribes Ferrugende localiza-se na freguesia de Santa Valha, Valpaços, não constando do Portal do Arqueólogo mas sim de bibliografia como Silva (2007) e Lemos (1993). O castro, de pequenas dimensões (7500m²) encontra-se implantado junto à Ribeira de Santa Valha, conferindo-lhe uma defesa natural na zona Norte da sua área de assentamento, carecendo nas outras vias de aproximação. A sua implantação no meio do vale garante não só o domínio sobre este, mas também o controlo do percurso fluvial a que está associado.

O sítio apresenta morfologia ovalada, sendo rodeado pelo que aparenta ser um fosso ilustrado pelo cinzento que o rodeia. Mais interessantes são as incisões na

superfície, observáveis na Figura 28, a Oeste e a Nordeste, apontando para duas possíveis zonas de exploração mineira ligadas diretamente ao povoado, ambas apresentando socalcos.

O Castro de Fribes Ferrugende insere-se na categoria B devido às suas feições esbatidas, não sendo possível identificar os limites do assentamento com clareza.

Não foi encontrada informação referente ao espólio, caso ele exista.

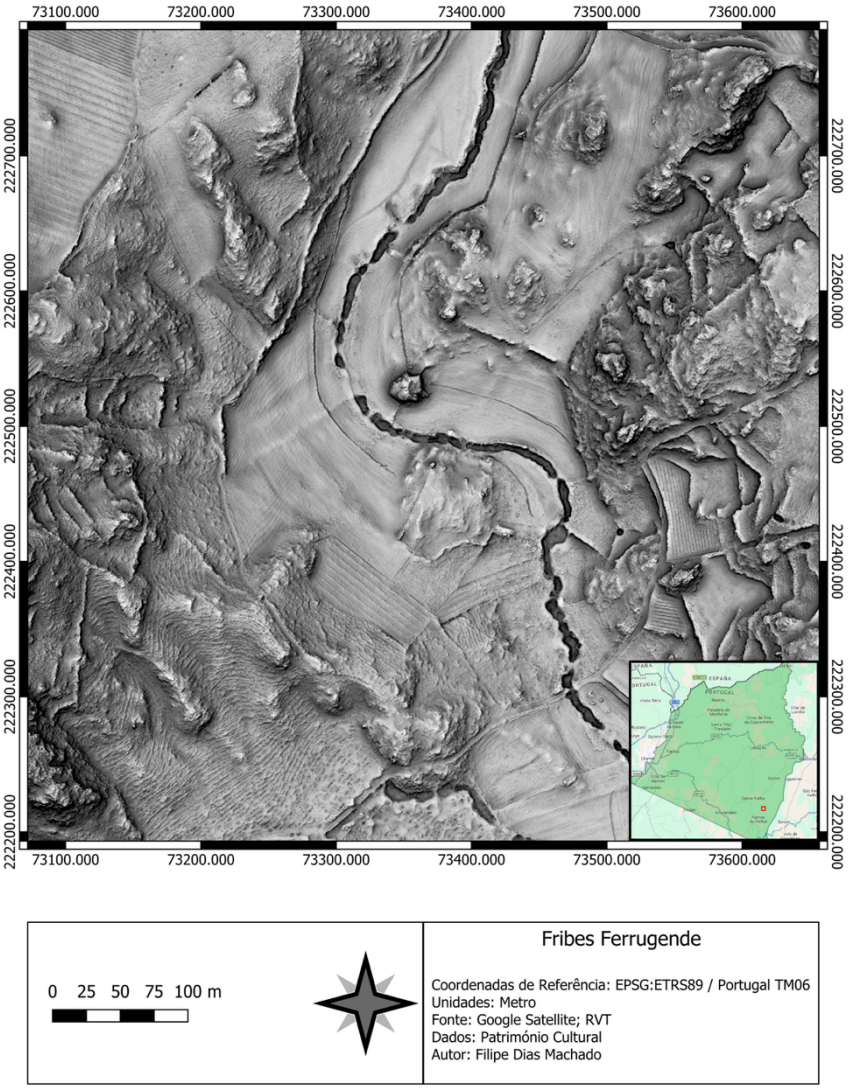


Figura 28: Mapa MRL de Fribes Ferrugende.

5.2.17. Cabeço

O povoado de Cabeço localiza-se na freguesia de São Vicente, Chaves. O castro, de pequenas dimensões (9000m²) encontra-se implantado num cabeço de um esporão

que decai para Sudoeste. A sua localização confere-lhe uma posição vantajosa do ponto de vista defensivo, atribuindo-lhe ao mesmo tempo uma visão ampla sobre a zona envolvente, nomeadamente a Sul do povoado. O sítio domina ainda o Ribeiro Meão e o Ribeiro das Moreirinhas, sendo o primeiro afluente do segundo.

O povoado possui morfologia ovalada, com uma zona de assentamento que se estende segundo o decaimento gradual do terreno para Sudoeste. Apresenta ainda, como defesa, um fosso na via de aproximação principal, a Norte-Noroeste. O castro possui, nos seus flancos, duas zonas mineiras, identificáveis pelas incisões no terreno, atualmente ocupadas por socalcos, o que aponta para um posterior aproveitamento agrícola da área.

O Castro de Cabeço insere-se na categoria B devido à dificuldade de delimitação das suas feições e limites, bem como pelo ruído presente no MRL.

Não foi encontrada informação referente ao espólio, caso ele exista.

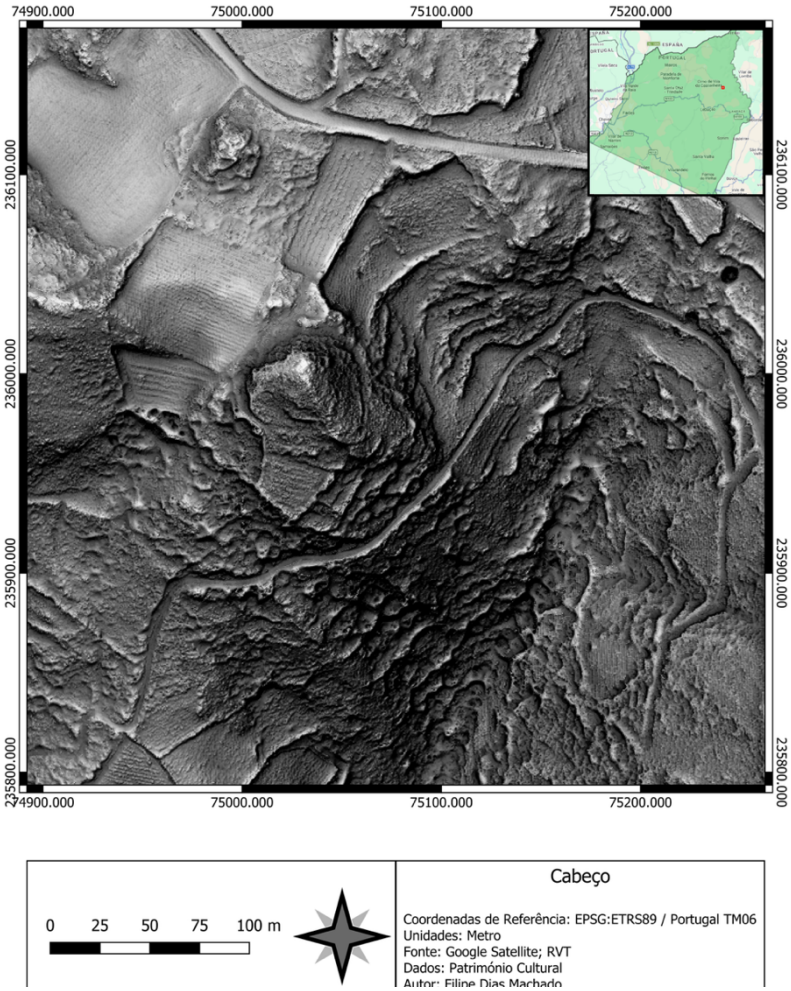


Figura 29: Mapa MRL de Cabeço.

5.3. Inferência e Validação dos Resultados

Como referido anteriormente no subcapítulo da cadeia operatória, houve dois momentos distintos na inferência do modelo na área de estudo. O primeiro momento consistiu na 1ª inferência, ainda em fase de testes, para aferir a aplicabilidade deste método e os seus resultados na área de estudo. O segundo momento, a 2ª inferência, centrou-se no apuramento dos dados utilizados no treino do modelo para obtenção de melhores resultados.

Aqui faz-se a análise dos resultados destas inferências e dos seus padrões de distribuição de deteção; paralelamente, analisam-se as classificações atribuídas a cada uma das deteções, sendo que para aquelas de Classe 2 e 5 são atribuídas as respetivas coordenadas.

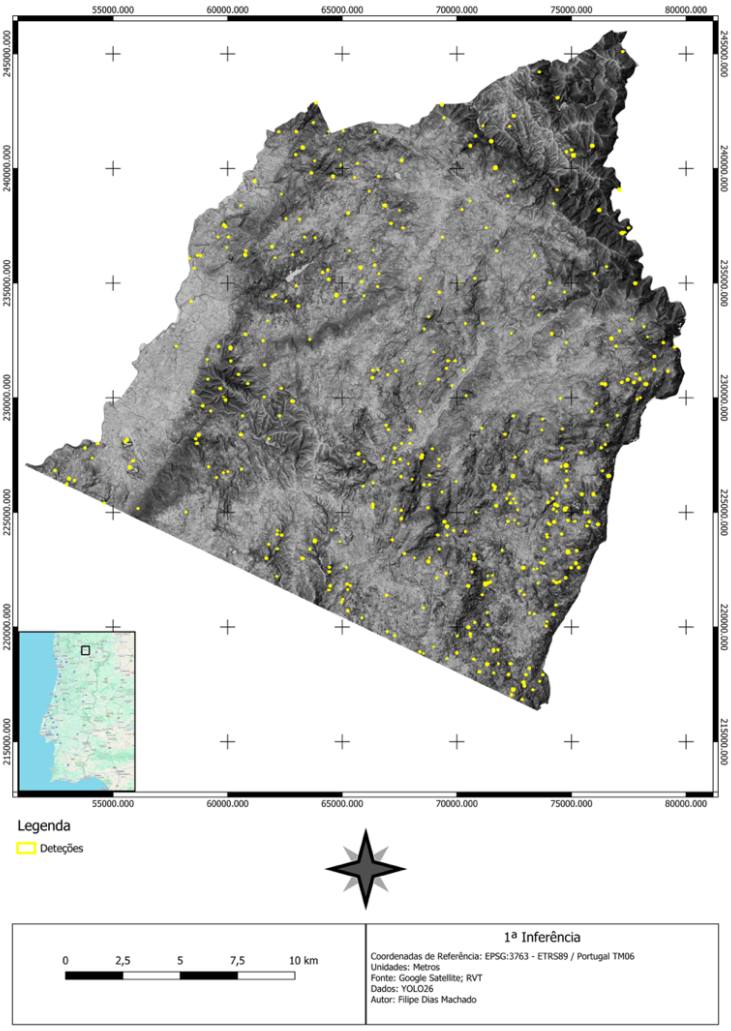


Figura 30: Deteções Resultantes da 1ª Inferência.

Classe de deteções:

- Classe 1: Pontos que apresentavam correspondência a casos previamente inventariados e subsequentemente já presentes neste estudo;
- Classe 2: Potenciais retornos positivos, correspondentes a castros inéditos;
- Classe 3: Falsos positivos (erros de identificação do modelo);
- Classe 4: Sítios arqueológicos identificados que, não sendo castros, não se enquadram no âmbito específico deste estudo;
- Classe 5: Potenciais sítios igualmente inéditos não identificados pelo modelo mas notados na análise.

A 1ª inferência utilizou como dados de treino vários castros recolhidos da zona de Viana, graças ao esforço do estudo de Canedo et al. (2023). Estes foram aplicados de modo isolado na 1ª inferência e os resultados são claros. Devido a condicionantes como a divergência de resolução e de bandas de cor entre os dados da DGT e os de Viana, resultou numa deteção não padronizada, o que por sua vez originou deteções das mais variadas feições de terreno.

Cada ponto amarelo representa, na verdade, uma caixa delimitadora, querendo com isto dizer que a Inteligência Artificial isolou feições de terreno presentes nos dados do MRL que identifica como um potencial sítio arqueológico, neste contexto, castrejo. Estas caixas delimitadoras foram individualmente analisadas e classificadas consoante as classes supramencionadas. A distribuição, como já referido, não segue nenhum tipo de padrão; tanto que, muitas vezes, as caixas delimitadoras encontram-se em zonas aplanadas, em grande contraste com a 2ª inferência, como se constatará mais à frente.

No total somaram-se 405 deteções, das quais 395 foram deteções falsas, correspondendo a 97,53% do total. As restantes 10 deteções distribuem-se da seguinte forma: 5 de Classe 1, demonstrando a incapacidade do modelo em reconhecer sequer as morfologias mais claras; 3 de Classe 2, correspondentes a potenciais novos sítios; 1

de Classe 4, referente a um sítio arqueológico de outra tipologia; e 1 de Classe 5, detetada manualmente graças à proximidade de outros pontos de deteção.

À primeira vista parece um resultado negativo. Contudo, é preciso ter em conta que este tipo de análise, sendo um modelo experimental em fase de afinamento; contendo em si muitos erros e, acima de tudo, uma base de dados de treino pouco abrangente, tem a vantagem de poupar tempo e reduzir a morosidade da verificação manual do MRL, tendo como único requisito a averiguação dos resultados.

1ª Inferência		
Classe	**Deteções**	**Percentagem**
1	5	1,23%
2	3	0,74%
3	395	97,53%
4	1	0,25%
5	1	0,25%
total	405	

Tabela 1: Resultados da 1ª Inferência.

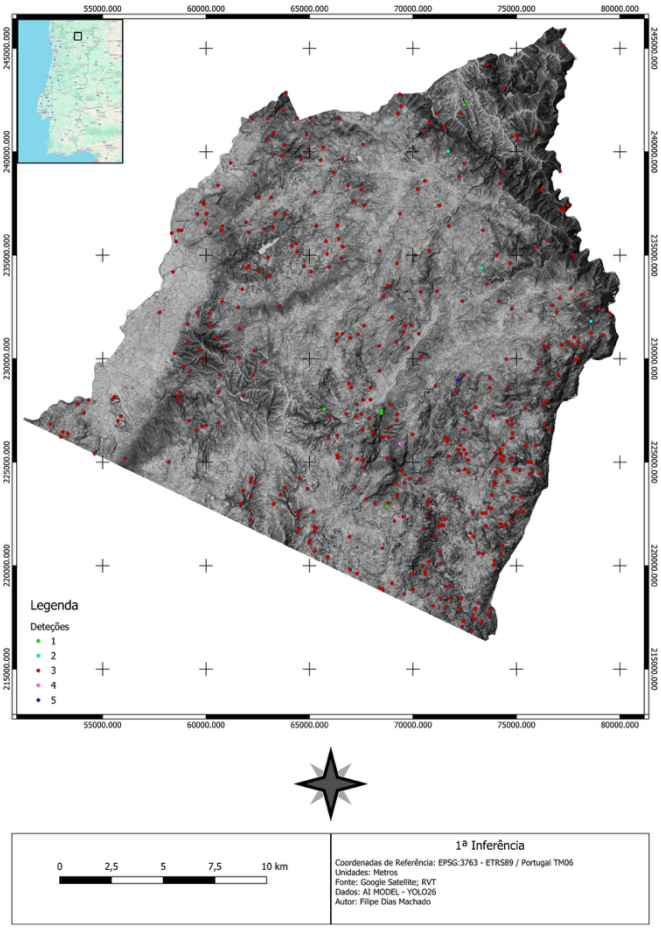


Figura 31: Validação dos Dados da 1ª Inferência.

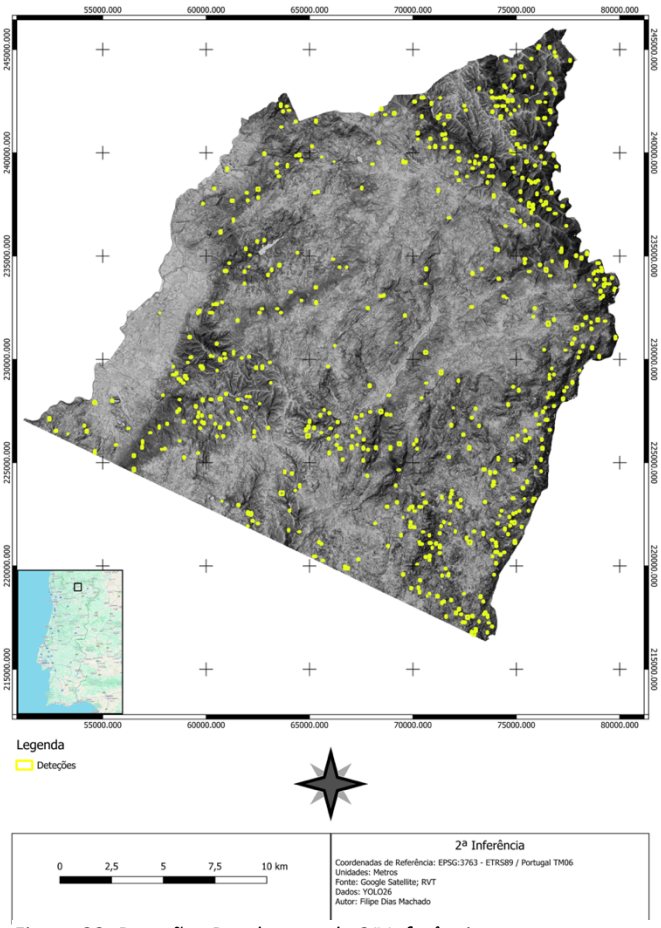


Figura 32: Deteções Resultantes da 2ª Inferência.

Como referido anteriormente, a 2ª inferência teve a adição dos dados dos castros já inventariados no Portal do Arqueólogo, incluindo as categorias A e B. Notou-se um padrão diferente de deteção em relação à 1ª inferência. A deteção por parte do modelo treinado divergiu a sua atenção predominantemente para as zonas de relevo, fugindo assim do erro anterior de apresentar caixas delimitadoras em zonas planas onde não existia qualquer possibilidade de ocorrência castreja, após verificação.

Na totalidade foram apresentados 588 pontos pelo modelo de Inteligência Artificial. Destes, 563 representavam a Classe 3, que, ao contrário da 1ª inferência, não correspondiam na totalidade a características aleatórias no terreno, mas sim a características prováveis ou semelhantes, mesmo que só na sua representação. 17 pertencem à Classe 1, existindo aqui uma grande disparidade em relação à 1ª inferência, onde não foi possível identificar os castros da categoria A, em contraste com esta 2ª inferência, que obteve sucesso total na identificação dos mesmos. 4 pertencem agora à Classe 2, representando um aumento de 1 deteção face à 1ª inferência. Uma das

deteções da 1ª inferência não se repetiu na 2ª, deslocando-se assim para a Classe 5, enquanto a outra deteção da 1ª inferência passou a integrar a Classe 2 na 2ª inferência. Por fim, 3 pontos representam a Classe 4, incluindo a deteção do Castelo Alto da Fraga Grande, de Monforte e de outros sítios arqueológicos.

O resultado é consideravelmente melhor do que a 1ª inferência. Excluindo os pontos da Classe 3, é possível constatar um aumento de 150% nos pontos de interesse de 10 para 25 deteções. A Classe 3 também aumentou o seu número de deteções em 42,5%, um valor inferior ao registado nos pontos de interesse, descartando assim a possibilidade de um ganho de precisão por mero aumento de volume. Deste modo, o modelo demonstrou que o aumento da sua base de dados de treino foi positivo e que só beneficiaria de uma base ainda mais vasta.

2ª Inferência		
Classe	**Deteções**	**Percentagem**
1	17	2,89%
2	4	0,68%
3	563	95,75%
4	3	0,51%
5	1	0,17%
total	588	

Tabela 2: Resultados da 2ª Inferência.

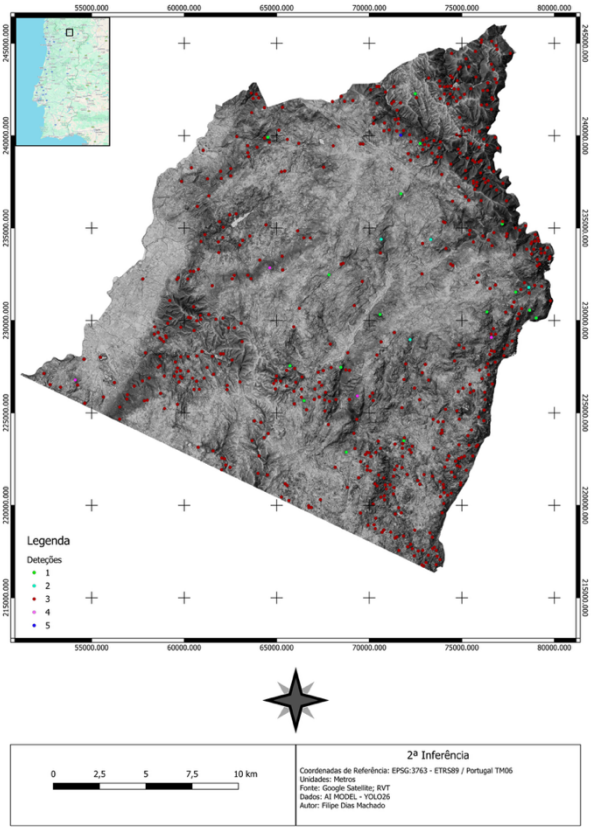


Figura 33: Validação dos Dados da 2ª Inferência.

Foi ainda realizada uma 3ª inferência, utilizando exclusivamente os dados dos castros pertencentes à área de estudo. O raciocínio subjacente era o seguinte: se a composição da base de dados de treino do modelo correspondesse inteiramente à área de estudo, tendo em conta os padrões, morfologias e características específicas da zona transmontana, possivelmente resultaria numa inferência mais precisa e fiável. Contudo, devido ao reduzido volume de dados disponível, os resultados desta inferência foram nulos. Ainda assim, aumentou-se gradualmente a tolerância de erro até 99%, na expectativa de que, apesar do insucesso inicial, se obtivesse algum tipo de deteção. Tal não se verificou. Os motivos deste resultado foram já esclarecidos, não como uma falha do modelo em si, mas como uma limitação decorrente do volume de dados disponível, que se revelou insuficiente.

5.3.1. Classe 2 e 5

Este subcapítulo destina-se à identificação dos pontos das Classes 2 e 5. Estes são sítios que não constam do Portal do Arqueólogo nem de bibliografia relevante à área de estudo, incluindo as cartas arqueológicas dos concelhos de Chaves e Valpaços.

Para cada um dos 5 sítios são atribuídas as correspondentes coordenadas no sistema de referenciação de coordenadas (CRS) EPSG:4326 WGS 84, por motivos de acessibilidade e interoperabilidade, sendo este o sistema utilizado pela generalidade das plataformas de visualização geográfica, como o Google Earth e o Google Maps. Paralelamente, atribui-se um enquadramento administrativo do sítio. De seguida, descreve-se o contexto de assentamento geograficamente e, por fim, é realizada uma análise morfológica em conjunto com a identificação de características existentes no MRL.

— Sítio 1

Classe: 5

Coordenadas: 41°49’35”N 7°16’12”W

Acesso: Por um caminho de terra batida que parte da Rua da Igreja em Roriz.

O Sítio 1 localiza-se na União das Freguesias de Travancas e Roriz, no concelho de Chaves. Trata-se de um assentamento de pequenas dimensões (4500 m²) implantado no cabeço de um esporão, que decai gradualmente para Noroeste em direção ao vale do rio Mousse, sobre o qual assume uma posição de domínio visual.

O sítio apresenta uma morfologia ovalada. A maior parte dos alinhamentos identificados no MRL (Modelo de Relevo Local) concentra-se nos setores de menor inclinação natural, entre o Sudoeste e o Noroeste, enquanto a vertente Este não evidencia as mesmas marcas estruturais. O troço a Sudoeste contorna o ponto mais elevado da topografia.

No terreno, o local apresenta uma vegetação densa, composta por giestas, tojos e piornos, que inviabilizou o acesso integral ao espaço. À superfície, apenas foi possível observar um muro que se estendia perpendicularmente a partir do caminho de acesso. Devido a estas limitações físicas, não se conseguiu confirmar a configuração exata das estruturas no local, validando-se apenas a leitura de implantação topográfica em cabeço.

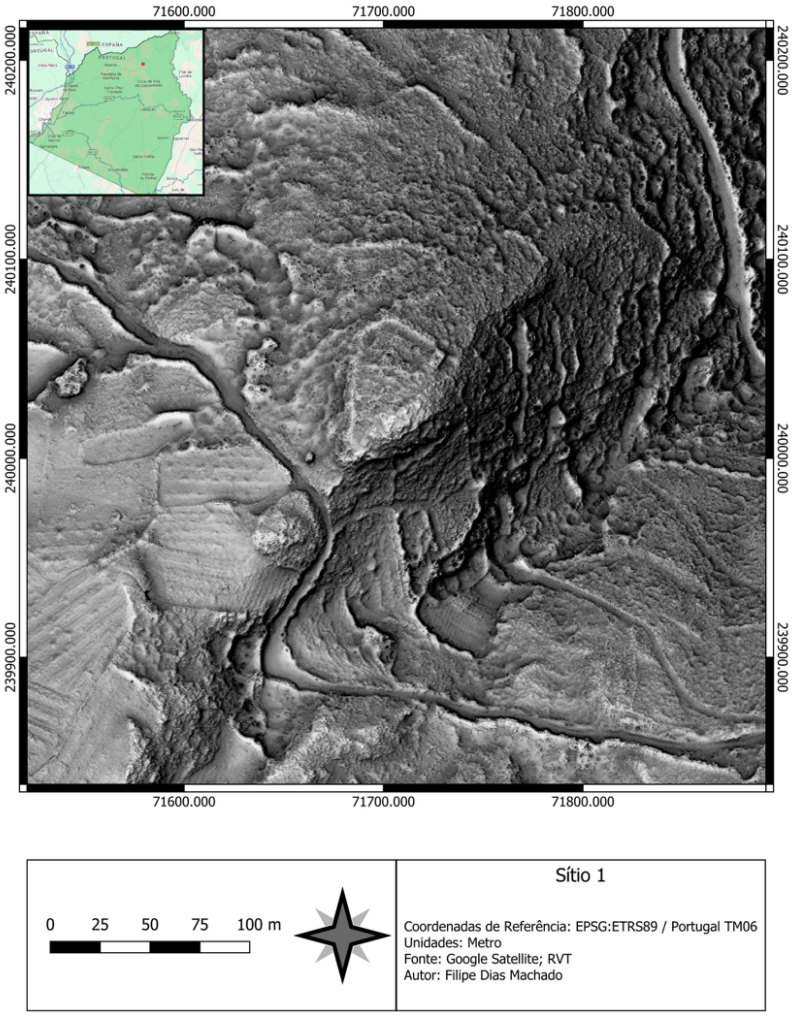


Figura 34: Mapa MRL Sítio 1.

— Sítio 2

Classe: 2

Coordenadas: 41°46’33’’N 7°17’1’’W

Acesso: A partir da N103.

O sítio localiza-se na freguesia de Tronco, no concelho de Chaves. Trata-se de uma unidade de pequenas dimensões, com cerca de 9000 m², implantada num pequeno cabeço de esporão sobranceiro ao vale do rio Calvo.

O sítio apresenta uma morfologia ovalada e encontra-se adjacente à N103, sendo ainda atravessado por um acesso secundário. Numa fase inicial, equacionou-se a possibilidade de os relevos detetados no MRL serem apenas resultantes dos taludes da estrada; contudo, a análise do perfil no eixo NW-SE revelou a existência de dois níveis distintos. O primeiro corresponde efetivamente ao talude da via, enquanto o segundo, situado com um desnível de quase 5 metros, corresponde à cota do sítio.

Não obstante, este local constitui um falso positivo. A sua identificação ilustra as limitações do MRL, que pode, por vezes, distorcer a perceção do analista, reforçando a necessidade imperativa de verificação através de prospeção arqueológica direta. Os alinhamentos detetados correspondem a afloramentos rochosos e não a estruturas muradas, tendo sido, todavia, identificados indícios de mamoas no interior do recinto.

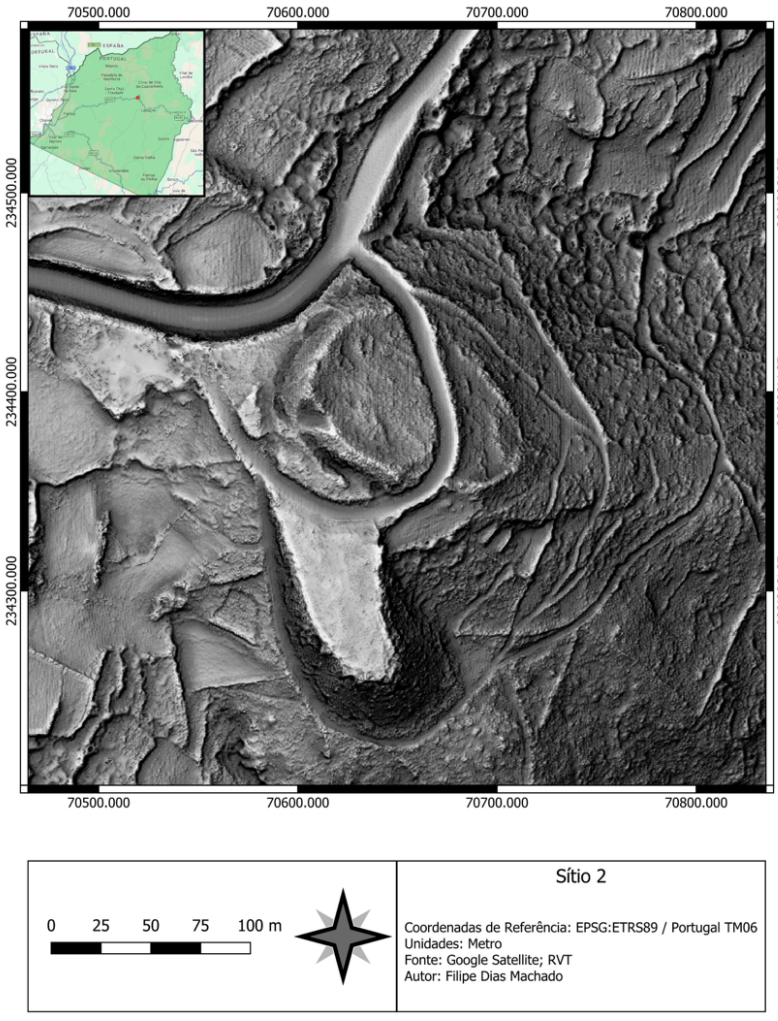


Figura 35: Mapa MRL Sítio 2.

— Sítio 3

Classe: 2

Coordenadas: 41°46’32’N 7°15’4’’W

Acesso: A partir da Rua do Baixo, Lampaça.

O sítio localiza-se na freguesia de Sanfins, Chaves. O sítio de pequenas dimensões (3500m²) implanta-se num cabeço de um esporão pouco pronunciado, com uma posição dominante sobre o planalto a este adjacente.

O sítio possui morfologia ovalada, num eixo orientado de Sudoeste a Nordeste, aparentando possuir dois patamares, um inferior e outro superior.

O Sítio 3 apresenta em toda a sua volta, e na sua própria área, uma densa vegetação que inviabiliza o acesso direto. Todavia, as suas condições de assentamento são favoráveis, com linhas de água próximas a Nordeste e um bom domínio visual sobre a paisagem envolvente.

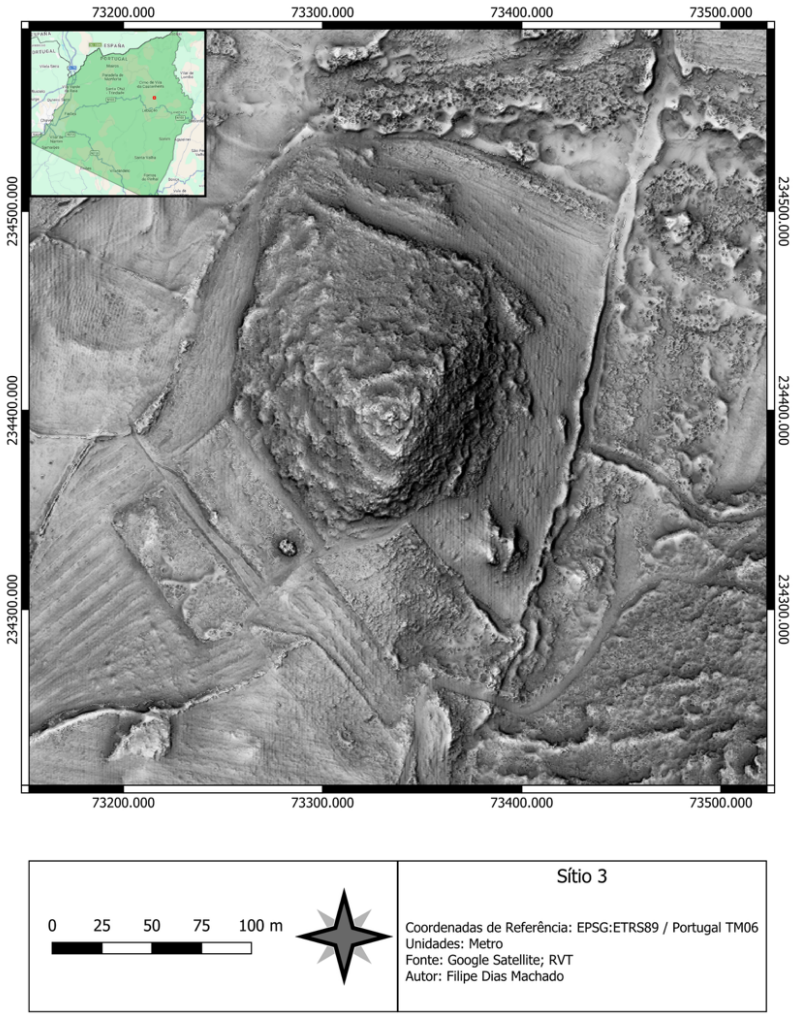


Figura 36: Mapa MRL Sítio 3.

— Sítio 4

Classe: 2

Coordenadas: 41°45’6’N 7°11’16’’W

O sítio encontra-se na freguesia de Bouçoães, Valpaços. O sítio de pequenas dimensões (5000m²) fica implantado num esporão pouco pronunciado com domínio visual sobre o vale do rio Rabaçal.

O sítio possui morfologia ovalada. Encontra-se violado por um acesso que dá à capela de Santo António. Por imagens satélite é possível observar derrubes (nas imagens satélite de 2022 do Google Earth são claramente visíveis).

O sítio encontra-se densamente coberto por vegetação que impossibilita qualquer tipo de leitura de terreno além da mais superficial. Contudo, no terreno o sítio terá mais indícios de mamoa embora tenha apresentado materiais de superfície como representado por fragmentos de material de construção.

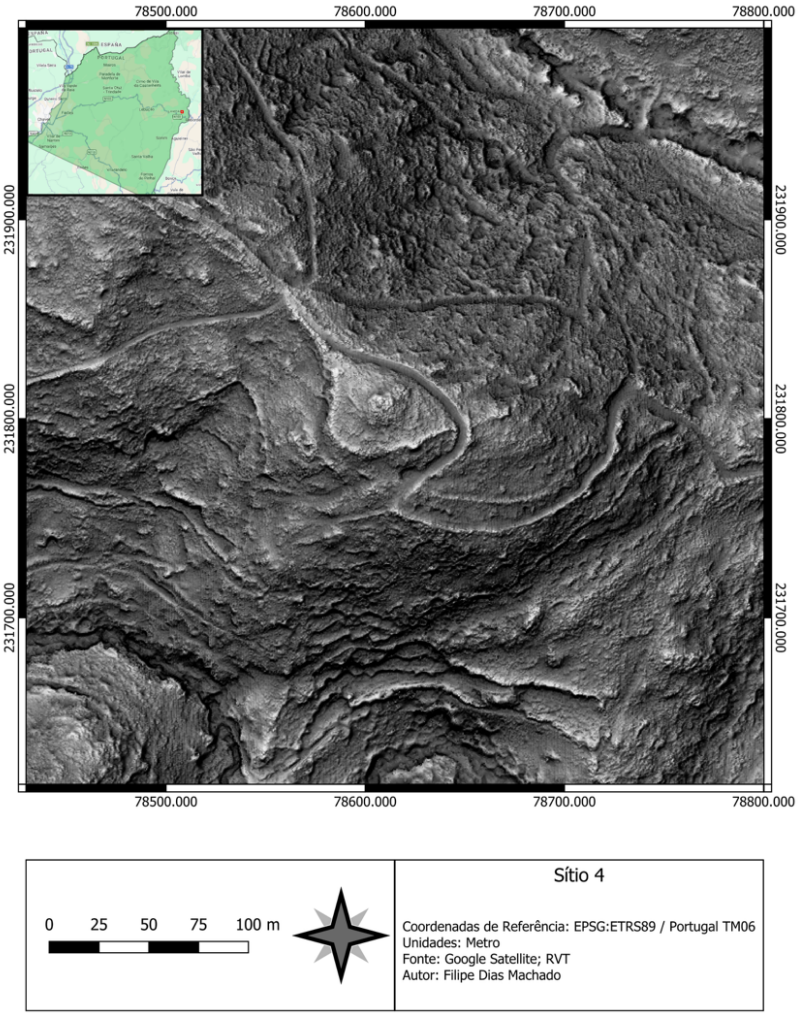


Figura 37: Mapa MRL Sítio 4.

— Sítio 5

Classe: 2

Coordenadas: 41°43’37’N 7°15’55’’W

Acesso: Por um caminho de terra batida que flanqueia as zonas de cultivo partindo da estrada a Norte de onde o sítio se encontra.

O sítio localiza-se na freguesia de Fiães, Valpaços. O sítio de pequena dimensão (10000m²) assenta num cabeço de um esporão pouco pronunciado, dominante sobre o vale a este adjacente.

O sítio possui morfologia semicircular com um alinhamento que fecha por completo o perímetro e assim o caracteriza. Possui o maior esforço defensivo na via de aproximação natural, a Norte, com um talude de 4m. Apresenta o que aparenta ser uma plataforma superior, possivelmente associada a alguma estrutura defensiva, e de seguida uma plataforma inferior.

O Sítio 5 apresenta uma vegetação densa que dificulta uma leitura concreta do terreno, não evidenciando vestígios castrejos à superfície, apesar de possuir uma visibilidade excelente sobre as terras adjacentes. Contudo, são visíveis vários negativos escavados na rocha correspondentes a buracos de poste para suporte de estruturas, incluindo um degrau (Figuras 50, 51, 52 e 53).

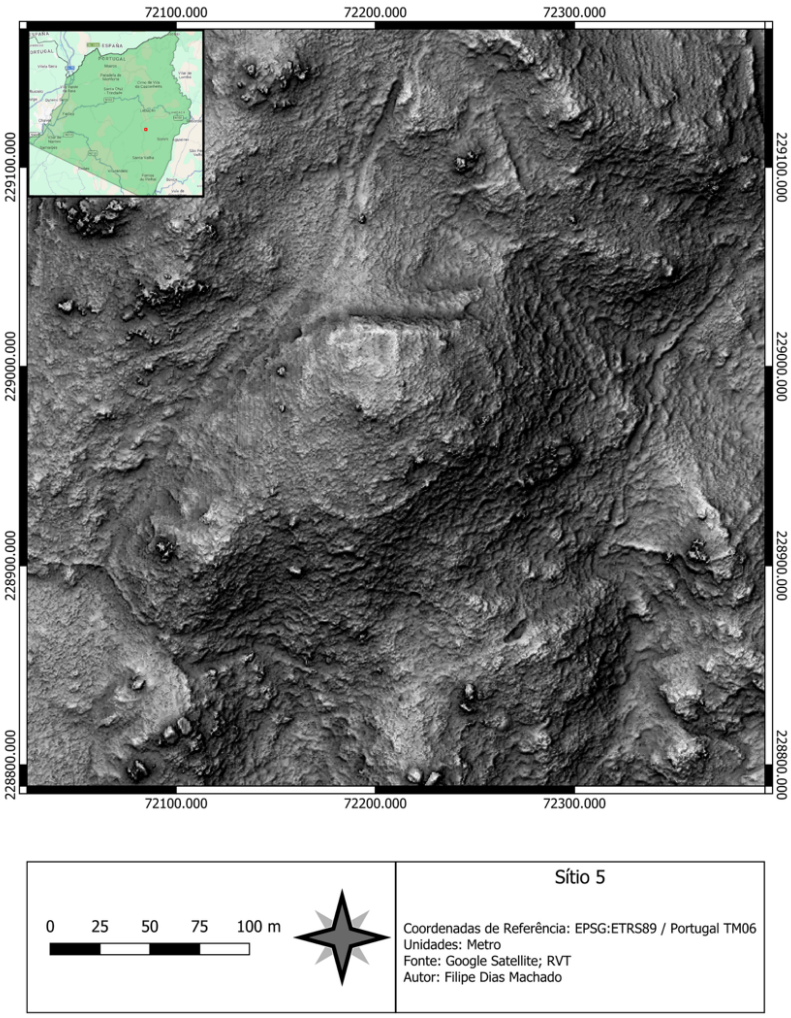


Figura 38: Mapa MRL Sítio 5.

5.4. Intervisibilidade

Neste capítulo são apresentados os resultados de visibilidade dos castros e a zona total coberta pelos mesmos. Esta análise, como referida na metodologia, é produzida através de pontos colocados na cota mais elevada de cada povoado, sobrelevados 5 metros, tanto para simular a altura do observador numa posição elevada como para transpor possíveis irregularidades do Modelo Digital de Elevação (MDE).

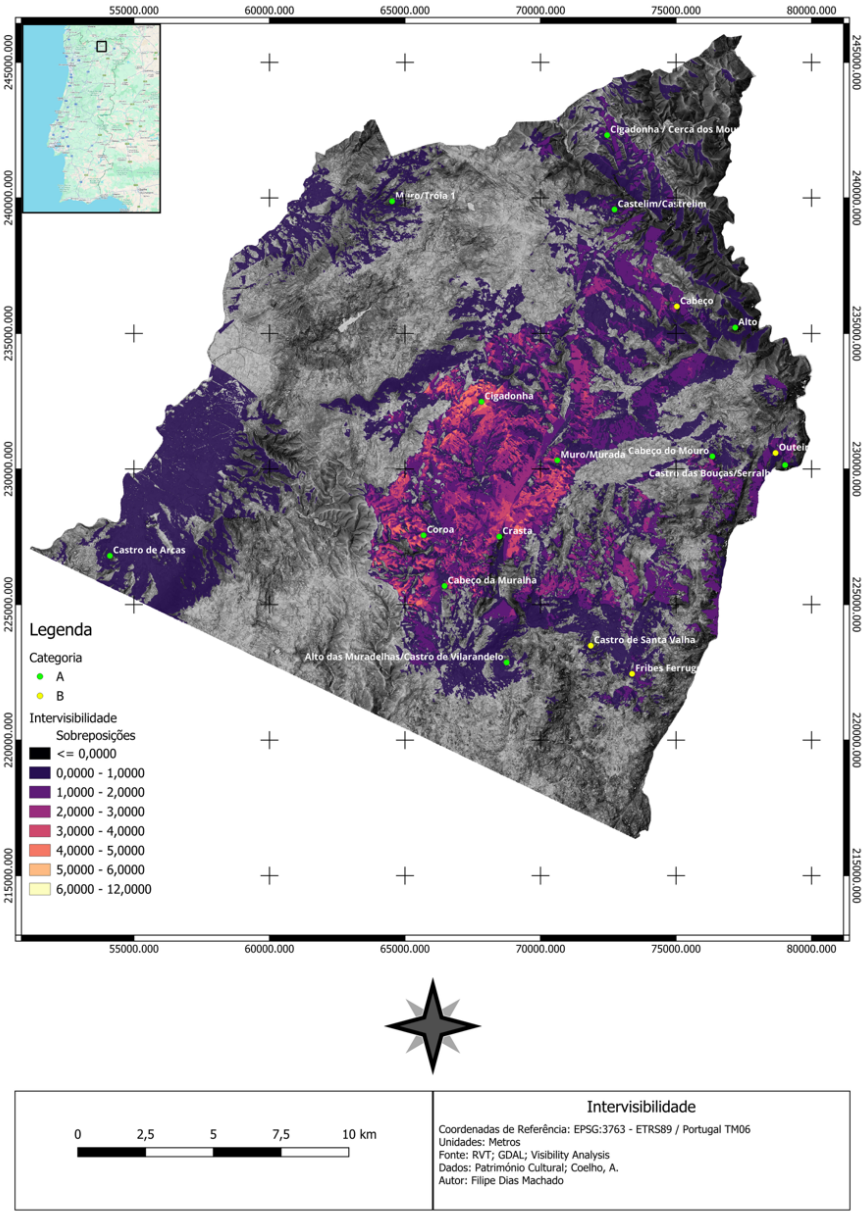


Figura 39: Intervisibilidade dos Castros.

Como se pode concluir os sítios levantados da inferência colmatam parcialmente certas lacunas deixadas na paisagem e consequente domínio sobre esta, por parte dos castros já conhecidos. Isto é exacerbado nas zonas Norte e Este da área coberta pelo estudo, como os mapas evidenciam (figura 39). Contudo, percebe-se que esta análise carece dos castros que estão inventariados porém não estão aqui inseridos, devido à inexequibilidade. Com isto, é possível que no futuro se viabilize um estudo ainda mais abrangente e completo da zona de Vila Real, ou além.

Considerações Finais

O presente trabalho procurou avaliar a viabilidade da deteção remota por LIDAR, utilizando os MRLs, em conjunto com modelos de Inteligência Artificial na identificação e deteção de povoados fortificados, predominantemente da Idade do Ferro, no interflúvio Tâmega-Rabaçal. Os resultados obtidos permitem concluir que a metodologia adotada constitui uma abordagem válida e promissora para o estudo e prospeção do património arqueológico em contexto castrejo.

A análise morfológica dos castros inventariados, e a consequente perspetiva fornecida pelo MRL, revelou-se um contributo significativo para o registo arqueológico existente. Em vários sítios foi possível confirmar ou identificar características estruturais não documentadas, como o fosso da Cigadonha ou o terceiro recinto do Bouças, demonstrando a pertinência da utilização do LIDAR em conjunto com métodos de refinamento de perspetivas, tornando exequível a análise de zonas completamente obstruídas por vegetação.

A comparação entre as duas inferências realizadas evidencia uma melhoria substancial na performance do modelo. A 1ª inferência, treinada exclusivamente com dados externos à área de estudo e de especificações técnicas distintas daqueles da DGT, identificou apenas parcialmente os castros já conhecidos e produziu 97,53% de falsos positivos. A 2ª inferência, com uma base de dados mais ampla treinada com os castros já inventariados na área de estudo, atingiu uma taxa de identificação de 100% dos castros de categoria A e B, registando um crescimento total de 150% nas deteções de interesse, confirmando que a qualidade e representatividade dos dados de treino são cruciais para a performance do modelo.

O recurso a ferramentas de Inteligência Artificial desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento deste trabalho, principalmente exemplificado no subcapítulo da cadeia operatória. A utilização destas ferramentas permitiu focar os esforços nas zonas mais críticas da investigação, dispensando processos extremamente morosos de processamento de dados. Em certos casos, este trabalho não teria sido

possível sem esta tecnologia. Constitui assim um exemplo da boa conjugação entre recursos humanos e Inteligência Artificial na investigação científica.

Em suma, os resultados demonstram que a conjugação do LIDAR e do MRL com modelos de Inteligência Artificial constitui uma ferramenta eficaz de apoio à prospeção arqueológica, auxiliando com grande mérito a arqueologia não invasiva. Contudo, esta não substitui o trabalho de campo, funcionando antes como um complemento que permite orientar e priorizar os esforços de investigação futura.

Referências Bibliográficas

Alves, F. M. (1931). *Apontamentos arqueológicos*. Câmara Municipal de Chaves.

AOC Archaeology Group. (2015). *An introduction to LiDAR for archaeology: An introductory guide to understanding LiDAR and interpreting landscape history*. AOC Archaeology Group.

Câmara Municipal de Chaves. (2015). *Estudos de caracterização: Património arqueológico*.

Câmara Municipal de Valpaços [CMV]. (s.d.). *Cartografia*.

Canedo, D., Fonte, J., Dias, R., Pereiro, T., Gonçalves-Seco, L., Vázquez, M., Georgieva, P., & Neves, A. J. R. (2024). Automated detection of hillforts in remote sensing imagery with deep multimodal segmentation. *Archaeological Prospection*, 32(2), 297–311.

Canedo, D., Fonte, J., Seco, L. G., Vázquez, M., Dias, R., Pereiro, T. D., Hipólito, J., Menéndez-Marsh, F., Georgieva, P., & Neves, A. J. R. (2023). Uncovering archaeological sites in airborne LiDAR data with data-centric artificial intelligence. IEEE Access, 11, 65608–65619.

Caspari, G. (2023). The potential of new LIDAR for archaeology in Switzerland. *Remote Sensing*, *15*(6), Artigo 1569.

Crawford, O. G. S. (1953). *Archaeology in the field*. Phoenix House.

Direção-Geral de Energia e Geologia [DGEG]. (s.d.). *Caldas de Chaves*. Hidrogenoma.

Direção-Geral do Património Cultural. (s.d.). *Portal do Arqueólogo*.

Direção-Geral do Território. (2021). *Levantamento LIDAR do território de Portugal continental*. Direção-Geral do Território.

Esri. (s.d.). *How to: Create Thiessen polygons for line features in ArcGIS Pro*. Esri Support.

Fonte, J. M. M. (2008). Sistemas defensivos proto-históricos de Trás-os-Montes Ocidental (Norte de Portugal). *Cuadernos de Estudios Gallegos*, *55*(121), 9–29.

Fonte, J., Seco, G., Vázquez, M., Dias, R., Hipólito, J., Machado, J., Pereiro, T., Valera, A., Neves, A., & Moreira, J. (2021). *LIDAR aéreo aplicado à investigação arqueológica em Portugal: Estado da arte e desafios futuros*. Direção-Geral do Território.

Fontes, L. (2011). *Arqueologia, povoamento e construção de paisagens serranas: O termo de Lindoso, na Serra Amarela*[Tese de doutoramento, Universidade do Minho]. RepositoriUM.

Freitas, A. (2003). *Concelho de Valpaços: Carta arqueológica* (2.ª ed.). Câmara Municipal de Valpaços.

Global Digital Heritage. (2026). *A review of satellite remote sensing techniques and their applications in archaeology*.

Howard, P., Thompson, I., Waterton, E., & Atha, M. (Eds.). (2018). *The Routledge companion to landscape studies* (2.ª ed.). Routledge.

Lemos, F. S. (1993). *Povoamento romano de Trás-os-Montes oriental* [Tese de doutoramento não publicada]. Universidade do Minho.

Martins, J. B. (1984). *Levantamento arqueológico de Chaves, Boticas, Valpaços e Vila Pouca de Aguiar* [Documento não publicado]. Chaves.

Martins, J. B. (1993). *Os castros do concelho de Chaves*. Câmara Municipal de Chaves.

Mateus, J., & Moreno-Garcia, M. (2003). *Paleoecologia humana e arqueociências: Um programa multidisciplinar para a arqueologia sob a tutela da cultura*. Instituto Português de Arqueologia.

Montalvão, A. (1971). *Visita a castros nos arredores de Chaves*. [s.n.].

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2012). *Lidar 101: An introduction to lidar technology, data, and applications*. NOAA Coastal Services Center.

Oliveira, R. (2023). *Salvaguarda do património arqueológico a partir de dados LIDAR: Vantagens e implicações nos instrumentos de gestão do território e do património cultural* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto.

Parcak, S. H. (2009). *Satellite remote sensing for archaeology*. Routledge.

Premo, L. S. (2004). Local spatial autocorrelation statistics quantify multi-scale patterns in distributional data: An example from the Maya Lowlands. *Journal of Archaeological Science*, *31*(7), 855–866.

Ramos, R. (2003). *Guias de prospeção geológica na região de Chaves: Contributos cartográfico, tectono-estratigráfico e litogeoquímico* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto.

Redentor, A. (2003). Pedras fincadas em Trás-os-Montes (Portugal). In N. Alonso, J. B. López, & A. Moya (Coords.), *Chevaux-de-frise i fortificació en la primera edat del ferro europea* (pp. 135–154). Grup d'Investigació Prehistòrica, Universitat de Lleida; Consell Comarcal del Segrià.

Rosa, G. (2021). Marcas de uma guerra esquecida no Minho. *National Geographic Portugal*.

Seminario de Arqueología y Etnología Turolense. (1984). *Arqueología espacial: Coloquio sobre distribución y relaciones entre los asentamientos. Vol. 1: Aspectos generales y metodológicos*. Colegio Universitario de Teruel.

Shokri, M., & Sohrabinia, M. (2004). Photogrammetry and remote sensing in archeology. *Journal of Archaeological Science*, *31*(7), 891–902.

Silva, A. C. F. (1986). *A cultura castreja no noroeste de Portugal* [Tese de doutoramento, Universidade do Porto].

Silva, A. C. F. (2007). *A cultura castreja no noroeste de Portugal* (2.ª ed.). Câmara Municipal de Paços de Ferreira; Museu Arqueológico da Citânia de Sanfins; Centro de Arqueologia Castreja e Estudos Célticos.

Teixeira, R. (1996). *De Aquae Flaviae a Chaves: Povoamento e organização do território entre a Antiguidade e a Idade Média* [Tese de mestrado, Universidade do Porto].

Turner, S., Shillito, L.-M., & Carrer, F. (2018). Landscape archaeology. In P. Howard, I. Thompson, E. Waterton, & M. Atha (Eds.), *The Routledge companion to landscape studies* (2.ª ed., pp. 155–165). Routledge.

Vita-Finzi, C., Higgs, E. S., Sturdy, D., Harriss, J., Legge, A. J., & Tippett, H. (1970). Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: Site catchment analysis. *Proceedings of the Prehistoric Society*, 36.

Apêndice

Inventário Castrejo do Interflúvio Tâmega-Rabaçal									
Designação	CNS	Cronologia	Distrito	Concelho	Freguesia	Latitude	Longitude	Categoria	Referência
Alto da Cotolinha	692	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	Sanfins	41.7851525289	-7.20205918459	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986
Alto das Muradelhas/Castro de Vilarandelo	4461	Idade do Ferro; Idade Média	Vila Real	Valpaços	Vilarandelo	41.6725216891	-7.30815422016	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971
Alto do Circo/ Faiões	3121	Idade do Ferro;Romano;	Vila Real	Chaves	Faiões	41.7489133226	-7.42259332393	C	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986
Cabeço da Muralha	3668	Idade do Ferro; Romano;	Vila Real	Valpaços	Tinhela e Alvarelhos	41.6979194521	-7.33485910072	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971; Lemos
Cabeço de Nossa Senhora da Ribeira	4308	Idade do Ferro; Romano; Idade Média	Vila Real	Valpaços	Bouçoais	41.7499905623	-7.19595466585	C	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971; Lemos
Cabeço do Mouro	14266	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Bouçoais	41.7393574746	-7.21714525954	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971; Lemos
Castelim/Castrelim	20486	Indeterminado;	Vila Real	Chaves	Travancas e Roriz	41.8225054737	-7.25808863938	A	Alves 1931; Martins J. B. 1984
Castelo das Eiras	428	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	Eiras, São Julião e Montenegro e Cela	41.7334472709	-7.42576853503	C	X
Castro das Bouças/Serralhão	14264	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Bouçoais	41.737276091	-7.18255655147	A	Lemos 1993
Castro de Arcas	20914	Idade do Ferro; Idade Média	Vila Real	Chaves	São Pedro de Agostém	41.7087859	-7.4829202	A	Lemos 1993
Castro de Santa Valha	5291	Idade do Ferro; Idade Média	Vila Real	Valpaços	Santa Valha	41.678183	-7.269893	B	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971
Castro/São Sebastião	429	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	Cimo de Vila da Castanheira	41.796671864	-7.27071184658	C	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986
Cidadelha	1590	X	Vila Real	Chaves	São Vicente	41.8716109149	-7.20562458683	C	X
Cigadonha	433	Idade do Ferro; Romano;	Vila Real	Chaves	Planalto de Monforte	41.7590224847	-7.31787010009	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971
Cigadonha / Cerca dos Mouros	414	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	São Vicente	41.8468309666	-7.26034624763	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986
Coroa	14273	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Tinhela e Alvarelhos	41.7146363408	-7.34366450813	A	Lemos 1993
Crasta	5446	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Tinhela e Alvarelhos	41.7139503713	-7.31002829378	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971; Lemos
Crasto dos Mouros	3029	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	Planalto de Monforte	41.7634894853	-7.31300353721	C	X
Fornos Do Pinhal	X	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Fornos do Pinhal	41.649504	-7.267892	C	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986
Fribes Ferrugende Castelo dos Mouros	X	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Santa Valha	41.6680429	-7.2519912	B	Silva A. BC. F. 1986; Lemos 1993
Marco da Bezoeira	3134	Calcolítico; Idade do Bronze	Vila Real	Chaves	Santo Estevão	41.7558465	-7.4107777	C	Martins J. B. 1993
Muro/Murada	14248	Idade do Ferro;	Vila Real	Valpaços	Lebução, Fiães e Nozelos	41.7394193874	-7.28385898113	A	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986; Montalvão 1971; Lemos
Muro/Tróia 1	1573	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	Mairos	41.8257325259	-7.35638541824	A	alves 1931; Martins J. B. 1984; Montalvão 1971
Outeiro	14279	Idade do Ferro; Romano; Idade Média	Vila Real	Valpaços	Bouçoães	41.7409146066	-7.18707087323	B	Teixeira R. 1996
Santo Estevão	426	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	Faiões	41.7403900814	-7.42451437445	C	Martins J. B. 1984; Silva A. C. F. 1986
Cabeço	X	Idade do Ferro;	Vila Real	Chaves	São Vicente	41.7898879	-7.2304451	B	Teixeira R. 1996
Sítio 1	X	X	Vila Real	Chaves	União das Freguesias de Travancas e Roriz	41.8263922	-7.2700022	X	X
Sítio 2	X	X	Vila Real	Chaves	Tronco	41.7758233	-7.2836046	X	X
Sítio 3	X	X	Vila Real	Chaves	Sanfins	41.7755455	-7.2511002	X	X
Sítio 4	X	X	Vila Real	Valpaços	Bouçoais	41.7516667	-7.1877767	X	X
Sítio 5	X	X	Vila Real	Valpaços	Lebução Fiães e Nozelos	41.7269411	-7.2652701	X	X

Tabela 3: Inventário Interflúvio Tâmega-Rabaçal



Figura 40: Sítio 1 - Vegetação.



Figura 41: Sítio 1 - Muro que parte da via de acesso e vegetação.



Figura 42: Sítio 2 - Interior do sítio e consequente terreno.



Figura 43: Sítio 2 - Via de acesso principal. Limites do sítio observados pelo talude à esquerda.



Figura 44: Sítio 3 - Acesso, enquadramento do sítio na paisagem.



Figura 45: Sítio 3 - Implantação do sítio e observação da vegetação que tanto rodeia como cobre o sítio.



Figura 46: Sítio 4 - Acesso ao sítio.



Figura 47: Sítio 4 - Vegetação que cobre o sítio.



Figura 48: Sítio 4 - Relevo do terreno.



Figura 49: Sítio 5 - Enquadramento paisagístico e respetiva implantação.



Figura 50: Sítio 5 - Negativo escavado na rocha.



Figura 51: Sítio 5 - Negativo vertical escavado na rocha.



Figura 52: Sítio 5 - Negativo vertical escavado na rocha.



Figura 53: Sítio 5 - Negativo escavado na rocha. Possível degrau.