

Relatório Metodológico da Cartografia de Pormenor Aplicada à Detecção de Espécies Arbóreas

Autor: 4D-Mesh – Soluções de Cartografia, Engenharia e Topografia Lda

1. Introdução

O presente relatório procura esclarecer o processo metodológico associado à produção de cartografia de pormenor para identificação de espécies arbóreas.

A cartografia de pormenor é um instrumento essencial para a gestão do território, permitindo identificar, localizar e caracterizar elementos arbóreos com elevada precisão espacial. O seu valor para entidades públicas, empresas florestais, municípios e projetos ambientais é crescente, sobretudo no contexto das políticas de gestão florestal e de mitigação de incêndios.

A metodologia descrita neste documento baseia-se na fotointerpretação de ortofotos de alta resolução, complementada por processos de vetorização manual rigorosa e controlo de qualidade.

2. O que são Ortofotos e por que são utilizados

Um ortofoto é uma imagem aérea ou obtida por drone que foi geometricamente corrigida, de forma a eliminar as distorções causadas pelo relevo do terreno e pela inclinação da câmara. O resultado é uma imagem com escala uniforme em todos os pontos, podendo ser sobreposta diretamente a cartografia vetorial e utilizada como base de trabalho em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

As principais características que tornam as ortofotos ideais para o mapeamento de espécies arbóreas são:

- Resolução espacial elevada: tipicamente entre 5 e 25 cm/pixel, permitindo distinguir copas individuais e padrões de textura foliar;
- Cobertura contínua da área de interesse, sem lacunas ou interrupções;

- Compatibilidade com sistemas de referência geodésicos (ex: PT-TM06/ETRS89), garantindo a integração com outros dados geográficos;
- Possibilidade de utilização de imagens multiespectrais ou RGB de acordo com os objetivos do projeto.

A qualidade das ortofotos é determinante para o sucesso da fotointerpretação. Imagens adquiridas em períodos de folhagem plena (primavera/verão) oferecem maior contraste visual entre espécies, enquanto imagens de inverno podem revelar estruturas de ramificação relevantes para árvores caducas.

3. Processo de Fotointerpretação

A fotointerpretação é o processo de identificação e classificação de elementos na imagem com base em critérios visuais. Para a deteção de espécies arbóreas, os operadores especializados analisam os seguintes parâmetros:

3.1 Critérios Visuais de Identificação

Critério	Descrição	Exemplo de Aplicação
Tonalidade / Cor	Cor da copa na imagem RGB ou multiespectral	Tonalidade roseada para eucalipto; bordô para <i>Pinus pinaster</i>
Textura da Copa	Padrão de rugosidade ou fineza da superfície foliar	Textura rugosa e densa em <i>Pinus pinaster</i> ; fina e uniforme em eucalipto
Forma e Contorno	Geometria geral da copa vista de cima	Copa cónica para coníferas; copa arredondada para folhosas
Sombra Projetada	Forma e comprimento da sombra sobre o solo	Permite inferir altura e estrutura da árvore
Contexto Paisagístico	Localização relativa, associações de espécies, uso do solo	Eucalipto em manchas densas; Folhosas em áreas ripícolas

A combinação destes critérios permite ao técnico especializado identificar e delimitar com elevada confiança as principais espécies florestais, mesmo em áreas de coberto misto. Em casos de ambiguidade, o nível de confiança da identificação é registado como atributo na camada vetorial.

3.2 Escala e Condicionantes de Trabalho

A fotointerpretação é realizada a escalas de visualização entre 1:200 e 1:1000, dependendo da resolução da ortofoto e da densidade do coberto. A escolha da escala de trabalho influencia diretamente o nível de pormenor capturado e a produtividade do processo.

4. Vetorização — Como se Produz a Cartografia

A vetorização consiste na digitalização manual dos elementos identificados na fotointerpretação, criando geometrias vetoriais (pontos, linhas ou polígonos) georreferenciadas, que constituem a cartografia final.

4.1 Tipos de Geometria

- **Ponto Centroide:** localiza cada árvore através de um ponto único no centro da copa. Ideal para inventários arbóreos, urbanos ou rurais, onde se pretende registar e quantificar elementos individuais de forma ágil e sistemática.
- **Polígono de Mancha:** delimita manchas contínuas de coberto florestal, diferenciando áreas por composição de espécies. Adequado quando o foco é compreender a distribuição e extensão do coberto vegetal na paisagem, com aplicações em gestão florestal, planeamento territorial e monitorização ambiental.
- **Polilinha de Alinhamento:** representa elementos arbóreos cuja distribuição é intrinsecamente linear, como alinhamentos ao longo de estradas ou caminhos, galerias ripícolas associadas a linhas de água, ou sebes de bordadura entre parcelas. É a geometria mais adequada quando a estrutura linear do coberto é o elemento relevante a cartografar, e onde o uso de polígonos ou pontos não traduziria fielmente a realidade do terreno.

4.2 Atributos Registados

Cada elemento vetorial é acompanhado de uma tabela de atributos que pode incluir:

Campo	Tipo	Descrição
especie	Texto	Nome científico ou comum da espécie identificada
confianca_id	Texto	Nível de confiança da identificação (Alta / Média / Baixa)

area_m2	Numérico	Área da mancha em metros quadrados (para polígonos)
data_foto	Data	Data de aquisição da ortofoto utilizada
observacoes	Texto	Notas adicionais do operador

4.3 Software Utilizado

A vetorização é realizada em plataformas SIG profissionais, designadamente QGIS, com recurso a ferramentas de digitalização assistida que garantem a precisão topológica dos elementos produzidos. O processo de fotointerpretação é ainda apoiado por fontes complementares, nomeadamente séries temporais de ortofotos históricas e plataformas como o Google Earth Pro, que permitem analisar a evolução do coberto arbóreo ao longo do tempo e consolidar a identificação das espécies.

5. Controlo de Qualidade e Validação

A qualidade da cartografia produzida é assegurada por um processo de validação em duas etapas:

5.1 Validação Topológica

Verificam-se automaticamente as regras topológicas da camada vetorial: ausência de sobrepostos não intencionais, lacunas entre polígonos contíguos, geometrias inválidas ou auto-interseções. Os erros detetados são corrigidos pelo operador antes da entrega.

5.2 Validação de Conteúdo

Uma amostra aleatória de elementos é revista por um segundo técnico, comparando a classificação atribuída com a imagem original. Em projetos de maior dimensão, pode ser realizada uma campanha de campo pontual para validação in situ das identificações de menor confiança.

6. Produtos Finais Entregues ao Cliente

No final do trabalho, o cliente recebe um conjunto de ficheiros e documentação que garante a utilidade imediata e a interoperabilidade dos dados produzidos:

- Camada vetorial em formato Shapefile (.shp) e/ou GeoPackage (.gpkg), prontos a utilizar em qualquer software SIG;
- Tabela de atributos completa e documentada, com os campos acordados previamente com o cliente;
- Metadados no formato ISO 19115, descrevendo a origem dos dados, sistema de referência, data de produção e entidade responsável;

- (Opcional) Carta temática em formato PDF ou imagem, com visualização cartográfica da distribuição das espécies mapeadas.

7. Aplicações e Mais-valias

A cartografia de pormenor produzida por fotointerpretação tem um vasto leque de aplicações práticas, entre as quais se destacam:

- Gestão florestal e planeamento de intervenções silvícolas, incluindo desbaste, poda e abate;
- Apoio a candidaturas ao PEPAC (Plano Estratégico da Política Agrícola Comum) e outros programas de financiamento que exijam cartografia do coberto vegetal;
- Elaboração de Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI);
- Inventários arbóreos urbanos para municípios, com identificação e localização de espécies em jardins, parques e arruamentos;
- Monitorização temporal da evolução do coberto, por comparação de levantamentos em diferentes datas;
- Estudos de impacto ambiental e projetos de compensação ecológica.

8. Conclusão

O processo de mapeamento de espécies arbóreas por fotointerpretação em cima de ortofotos representa uma metodologia consolidada, rigorosa e custo-eficiente para a produção de cartografia de pormenor. A combinação de imagens de alta resolução com a especialização dos operadores e um processo de controlo de qualidade robusto garante resultados fiáveis e com elevada aplicabilidade técnica.

A 4D-Mesh coloca ao dispor dos seus clientes esta capacidade metodológica, adaptando o processo às especificidades de cada projeto: seja em termos de área de trabalho, nível de detalhe requerido ou formatos de entrega. Para mais informações ou solicitação de orçamento, contacte a nossa equipa.