



Inventários florestais a várias escalas espaciais e para diferentes objetivos

Margarida Tomé
Instituto Superior de Agronomia
Universidade de Lisboa

▪ Sumário

- ✓ Para que é que precisamos de inventário florestal?
 - A evolução da gestão florestal
- ✓ Inventários florestais a diferentes escalas espaciais
 - Avaliação global de recursos florestais (Global Forest Resources Assessment)
 - O estado das florestas da Europa (State of Europe's Forests)
 - Inventários florestais nacionais - Portugal
 - Inventários florestais regionais - o concelho da Chamusca
 - Inventários florestais para gestão
 - Inventário para plano de gestão florestal
 - Inventário da qualidade da cortiça

▪ **Porque é que precisamos de inventários florestais?**

Para apoiar a gestão florestal, cada vez mais complexa...

▪ Gestão Florestal

- ✓ A gestão florestal é a intervenção do homem na floresta para alcançar os seus objetivos
- ✓ Estabelece a forma como o homem se relaciona com a floresta
- ✓ Tem sofrido muitas alterações ao longo do tempo, acompanhando a evolução da silvicultura

▪ Evolução da silvicultura e da gestão florestal

Etapas na evolução da silvicultura		Resultado
Pré-silvicultura		Esgotamento dos recursos
Silvicultura administrativa (orientada para a madeira)		Falha em garantir a conservação e sustentabilidade da produção
Silvicultura baseada na ecologia (conceito de ecossistema florestal)		Gestão sustentável sem perdas de produtividade
Silvicultura baseada na ecologia e na sociedade (considerando todos os serviços do ecossistema)		Gestão sustentável que garante uma série de produtos e valores desejados pela sociedade
Silvicultura baseada na ecologia e na sociedade mas num contexto de bioeconomia		Aumentar a produção de madeira, mas garantindo que os serviços dos ecossistemas florestais se mantêm

▪Evolução da silvicultura e da gestão florestal

- ✓ A evolução da silvicultura tem dificultado cada vez mais a interação entre homem e floresta - gestão florestal
- ✓ Atualmente, a gestão florestal não é uma tarefa fácil ...
- ✓ Em 2000, a **gestão florestal sustentável multifuncional** (MCPFC) estava na ordem do dia:
 - Critérios e indicadores pan-europeus (e outros) e indicadores / esquemas de certificação entraram na agenda
- ✓ Os **serviços do ecossistema** tornaram-se relevantes
- ✓ Agora já estamos num **contexto de bioeconomia**
 - Antes de 2100, a bioeconomia exigirá o dobro da produção de matéria-prima, reduzindo a metade o seu impacto ambiental (Livro Branco sobre “A bioeconomia europeia em 2030”)

■ Serviços do ecossistema

Aprovisionamento

Produtos produzidos pelos ecossistemas

- Comida
- Água fresca
- Biomassa para energia
- Madeira e Fibra
- Recursos bioquímicos e genéticos
- Produtos não lenhosos

Regulação

Benefícios resultantes da regulação dos processos dos ecossistemas

- Controle climático
- Purificação do ar e da água
- Regulação do ciclo da água
- Controle de erosão
- Controle de inundações
- Controle de pragas e doenças

Cultural

Benefícios não materiais fornecidos pelos ecossistemas

- Recreio
- Ciência e educação
- Valores estéticos
- Valores espirituais

Suporte

Serviços necessários para a produção de todos os outros serviços

- Ciclo de nutrientes
- Formação do solo
- Produção primária
- Polinização e dispersão de sementes

▪ O que é que tudo isto tem a ver com o inventário florestal?

- ✓ Os “gestores” de recursos florestais (políticos, gestores privados e públicos, florestais, etc) necessitam de dados fiáveis nos quais possam basear as suas opções de gestão
- ✓ A evolução da silvicultura e da gestão florestal aumenta grandemente a necessidade de informação para apoiar as decisões
- ✓ É portanto de extrema importância para o inventário florestal, o qual se tem adaptado, ao longo dos tempos, para dar resposta às necessidades crescentes de informação

▪ Inventários florestais a várias escalas espaciais

A gestão florestal é aplicada a várias escalas espaciais e há inventários florestais para as várias escalas

As decisões de gestão florestal são tomadas a diferentes escalas espaciais:

- ✓ povoamento
Área florestal homogénea
- ✓ unidade de gestão
Conjunto de povoamentos com o mesmo plano de gestão
- ✓ bacia hidrográfica
- ✓ paisagem
- ✓ região
- ✓ país
- ✓ continente
- ✓ globo



Florestais e proprietários (privados e outros)

Decidem sobre:

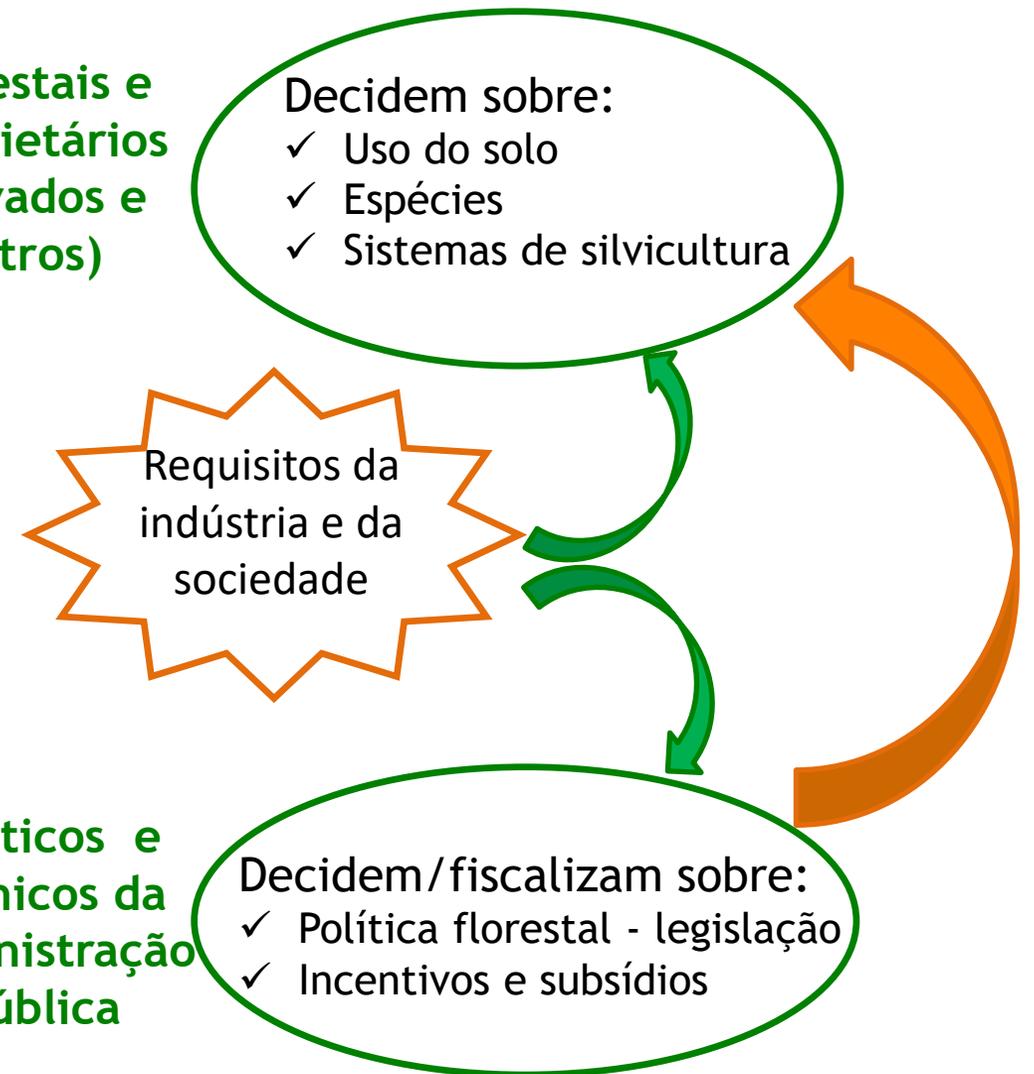
- ✓ Uso do solo
- ✓ Espécies
- ✓ Sistemas de silvicultura

Requisitos da indústria e da sociedade

Políticos e técnicos da administração pública

Decidem/fiscalizam sobre:

- ✓ Política florestal - legislação
- ✓ Incentivos e subsídios



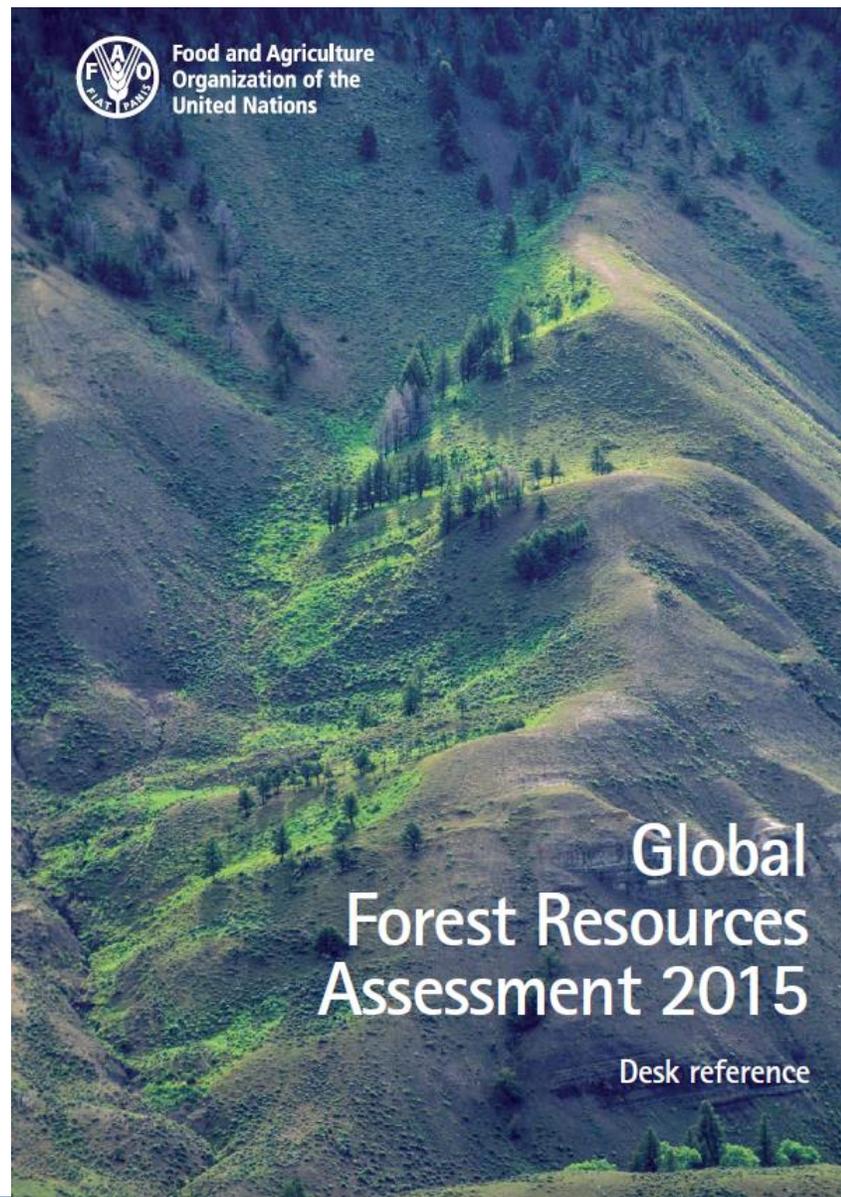
▪ Inventários florestais para várias escalas espaciais - GLOBO

- ✓ FAO
(Global Forest
Resources
Assessment)



■ Inventários florestais para várias escalas espaciais - GLOBO

✓ FAO (Global Forest Resources Assessment)

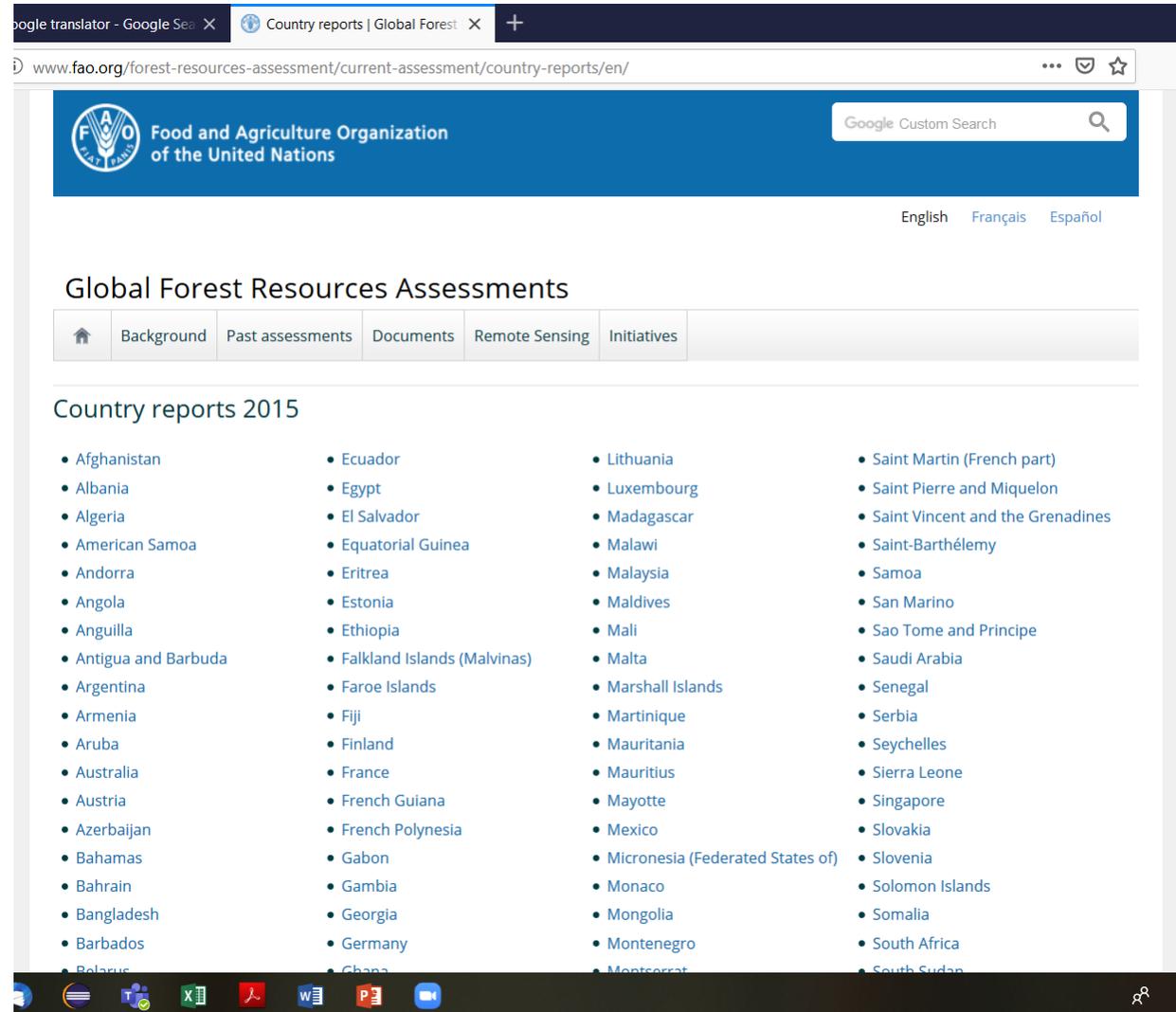


Contents

■ Abbreviations and acronyms	vi
■ Introduction	1
■ Forest area and forest characteristics	2
QUESTION 1: WHAT IS THE AREA OF FOREST AND OTHER WOODED LAND AND HOW HAS IT CHANGED OVER TIME?	
Table 1. Forest and other wooded land 2015	3
Table 2. Extent of forest 1990-2015	9
Table 3. Other wooded land 1990-2015	15
Table 4. Forest expansion 1990-2010	21
Table 5. Deforestation 1990-2010	26
Table 6. Reforestation 1990-2010	29
QUESTION 2: WHAT IS THE AREA OF NATURAL AND PLANTED FOREST AND HOW HAS IT CHANGED OVER TIME?	
Table 7. Forest characteristics 2015	34
Table 8. Primary forest 1990-2015	40
Table 9. Other naturally regenerated forest 1990-2015	46
Table 10. Planted forest 1990-2015	52
Table 11. Other naturally regenerated and planted forest 2015	58
Table 12. Mangroves 1990-2015	64
■ Production	70
QUESTION 3: WHAT ARE THE STOCKS AND GROWTH RATES OF THE FORESTS AND HOW HAVE THEY CHANGED?	
Table 13. Growing stock in forest and other wooded land 2015	71
Table 14. Trends in forest growing stock 1990-2015	76
Table 15. Trends in other wooded land growing stock 1990-2015	82
Table 16. Growing stock composition 2010	85
Table 17. Net annual increment in forest 1990-2015	88
Table 18. Biomass stock in forest and other wooded land 2015	90
Table 19. Trends in living forest biomass 1990-2015	95
Table 20. Carbon stock in forest and other wooded land 2015	101
Table 21. Carbon stock in living forest biomass 1990-2015	106
QUESTION 4: WHAT IS THE STATUS OF FOREST PRODUCTION AND HOW HAS IT CHANGED OVER TIME?	
Table 22. Production forest 1990-2015	112
Table 23. Multiple-use forest 1990-2015	118
Table 24. Total wood removals	124
Table 25. Woodfuel removals	133
■ Protective functions and selective ecosystem services	142
QUESTION 5: HOW MUCH FOREST AREA IS MANAGED FOR PROTECTION OF SOIL AND WATER AND ECOSYSTEM SERVICES?	
Table 26. Protection of soil and water 2015	143
Table 27. Ecosystem services, cultural or spiritual values 2015	147
Table 28. Protection and ecosystem services 1990-2015	150

▪ Inventários florestais para várias escalas espaciais - GLOBO

- ✓ FAO
(Global Forest Resources Assessment)
- ✓ Baseado, em grande parte, na informação fornecida pelos países



The screenshot displays the FAO website's 'Country reports' page. The header includes the FAO logo and the text 'Food and Agriculture Organization of the United Nations'. Below the header, there is a search bar and language options (English, Français, Español). The main content area is titled 'Global Forest Resources Assessments' and features a navigation menu with options like 'Background', 'Past assessments', 'Documents', 'Remote Sensing', and 'Initiatives'. The primary section is 'Country reports 2015', which lists 100 countries in a grid format. The countries listed are: Afghanistan, Albania, Algeria, American Samoa, Andorra, Angola, Anguilla, Antigua and Barbuda, Argentina, Armenia, Aruba, Australia, Austria, Azerbaijan, Bahamas, Bahrain, Bangladesh, Barbados, Belarus, Ecuador, Egypt, El Salvador, Equatorial Guinea, Eritrea, Estonia, Ethiopia, Falkland Islands (Malvinas), Faroe Islands, Fiji, Finland, France, French Guiana, French Polynesia, Gabon, Gambia, Georgia, Germany, Ghana, Lithuania, Luxembourg, Madagascar, Malawi, Malaysia, Maldives, Mali, Malta, Marshall Islands, Martinique, Mauritania, Mauritius, Mayotte, Mexico, Micronesia (Federated States of), Monaco, Mongolia, Montenegro, Montserrat, Saint Martin (French part), Saint Pierre and Miquelon, Saint Vincent and the Grenadines, Saint-Barthélemy, Samoa, San Marino, Sao Tome and Principe, Saudi Arabia, Senegal, Serbia, Seychelles, Sierra Leone, Singapore, Slovakia, Slovenia, Solomon Islands, Somalia, South Africa, and South Sudan.

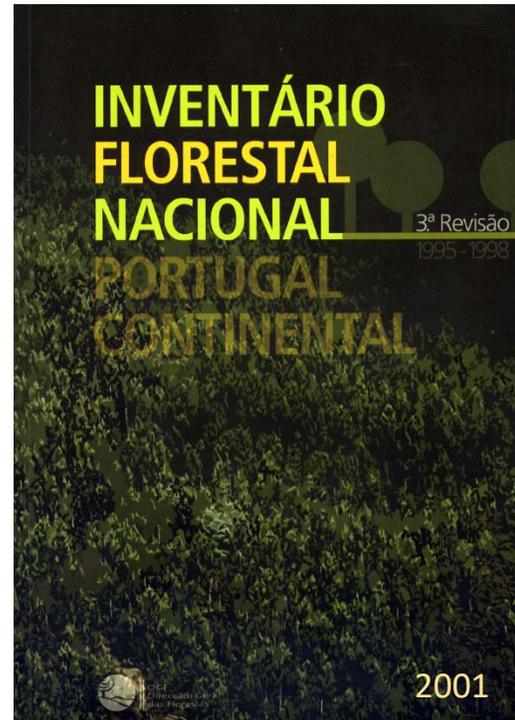
▪ Inventários florestais para várias escalas espaciais - CONTINENTE

- ✓ FAO - Forest Europe (State of Europe's Forests)
- ✓ Baseado, em grande parte, na informação fornecida pelos países



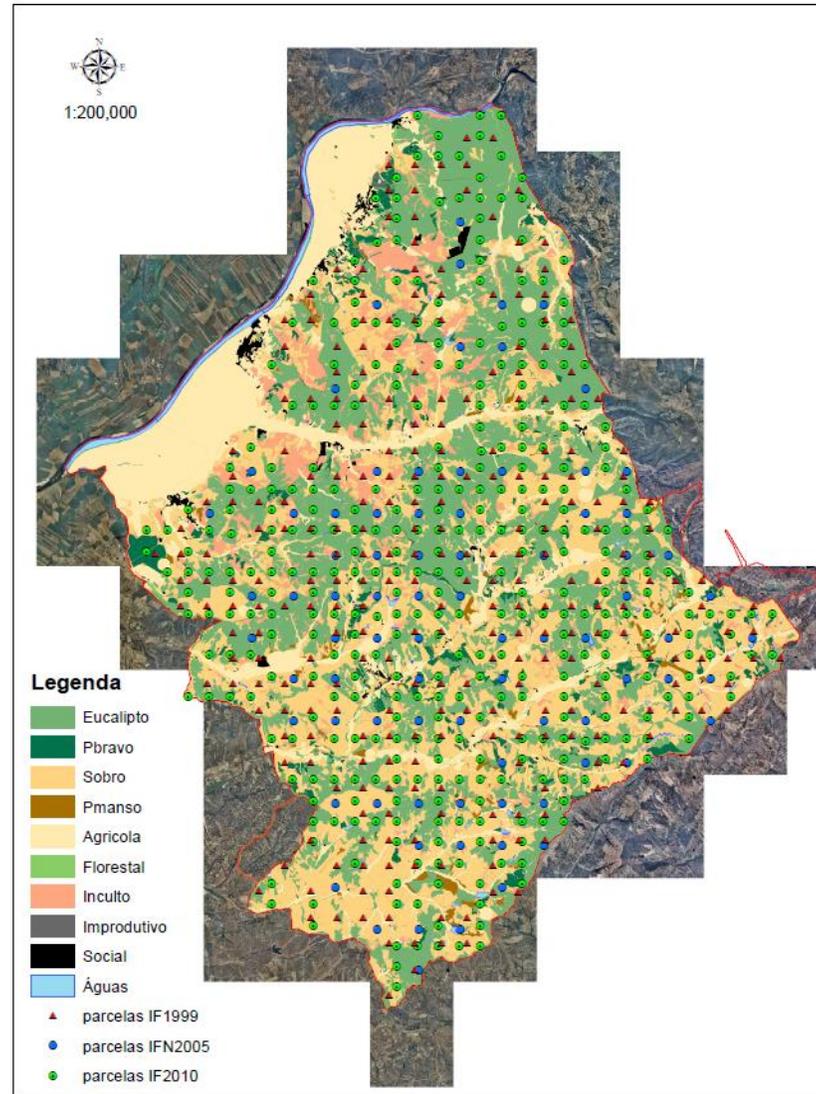
▪ Inventários florestais para várias escalas espaciais - PAÍS

- ✓ Inventário Florestal Nacional (IFN) Português



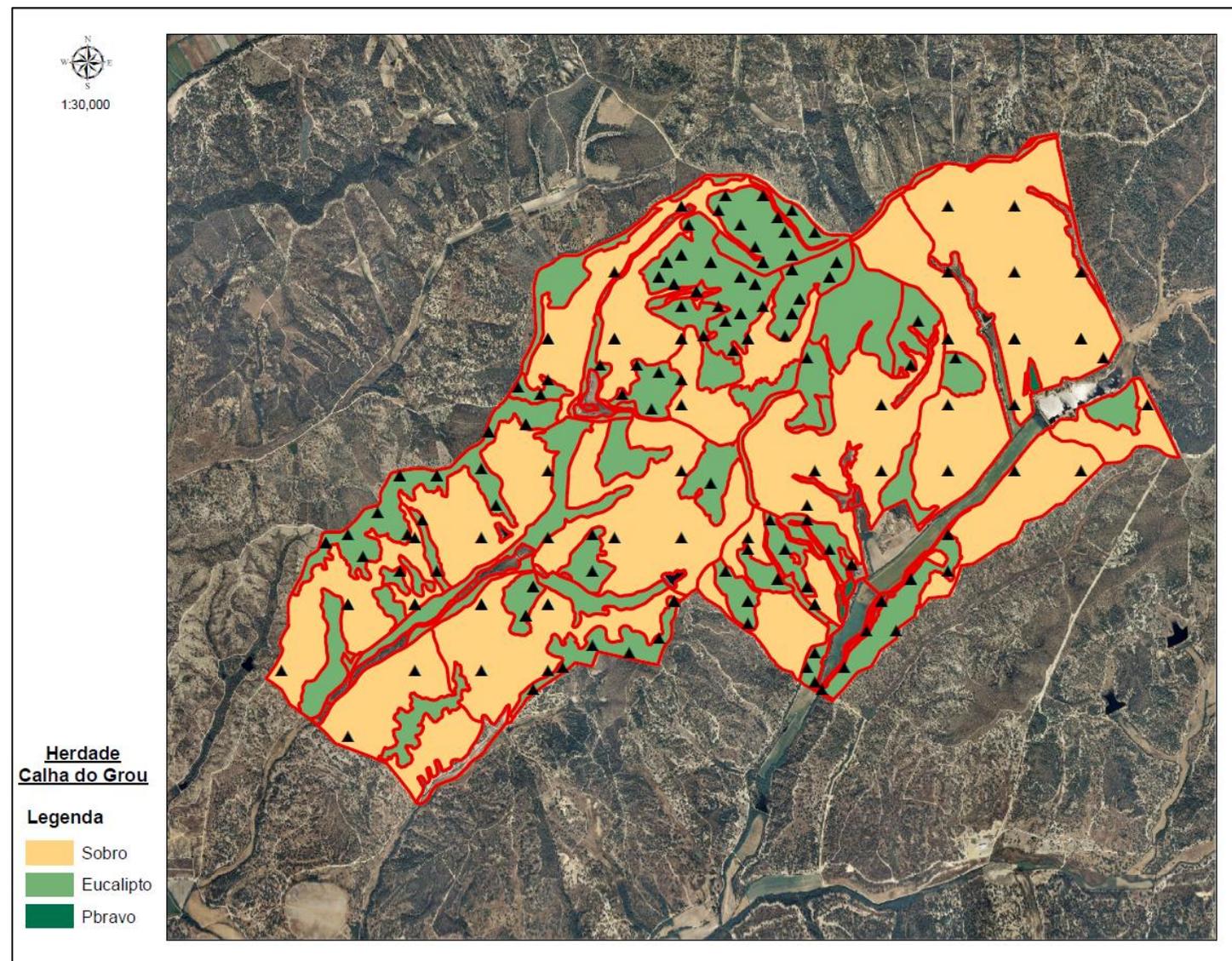
▪ Inventários florestais para várias escalas espaciais - REGIÃO

- ✓ Inventário Florestal do concelho da Chamusca



■ Inventários florestais para várias escalas espaciais - **ÁREA DE GESTÃO**

✓ Herdade da Calha do Grou



Área de gestão (AG)

Caracterização de cada povoamento da UG (variáveis de estado) no tempo t

Inventário Florestal

e/ou

Módulo de inicialização

Simulador da floresta
programa de computador
(conjunto de modelos de crescimento)

Predição de produtos lenhosos e não-lenhosos e de serviços do ecossistema

Evolução da floresta de cada povoamento da AG com um método de gestão (MG)

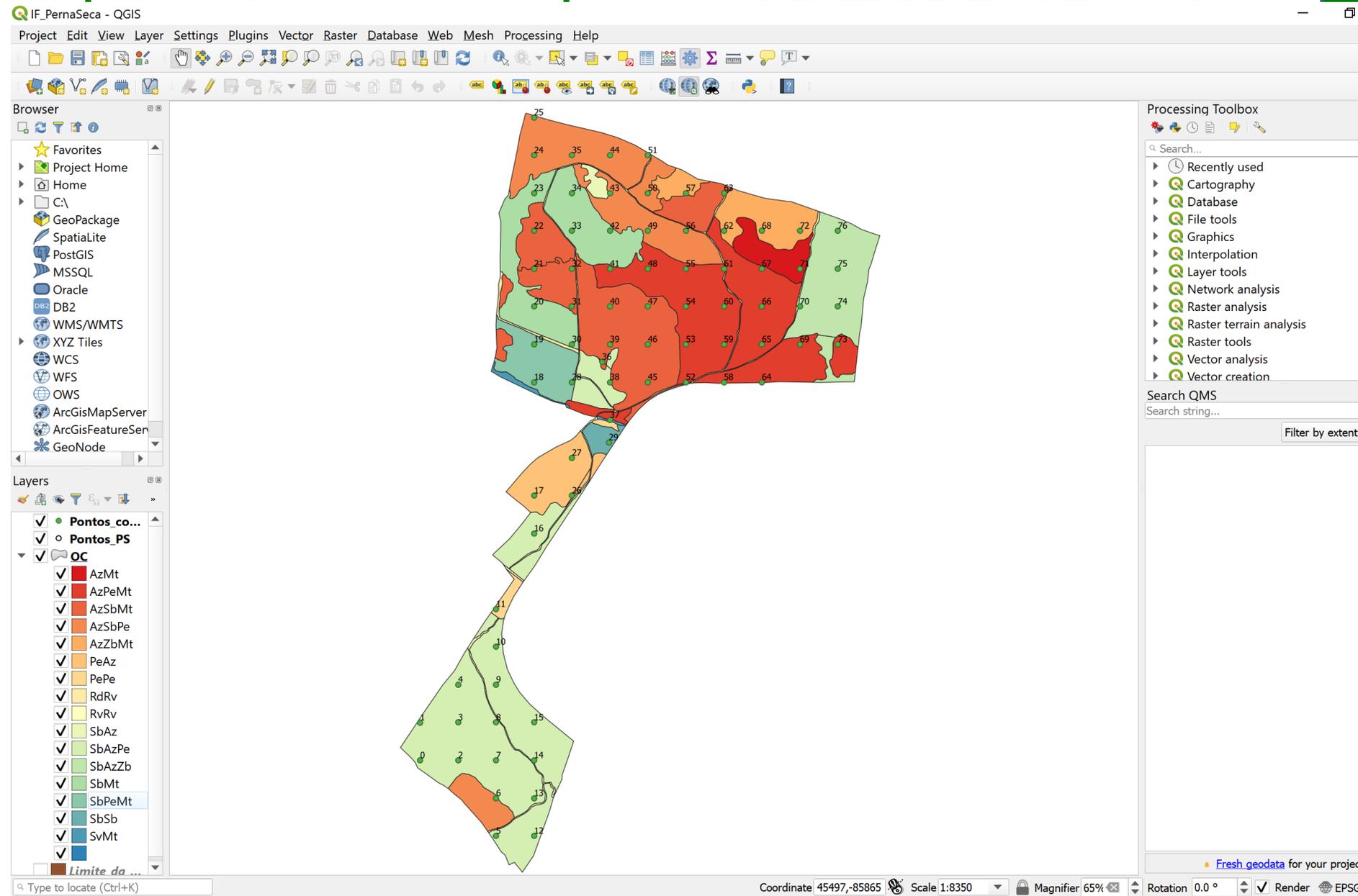
Estado dos povoamentos ao longo do tempo

Simulador da floresta



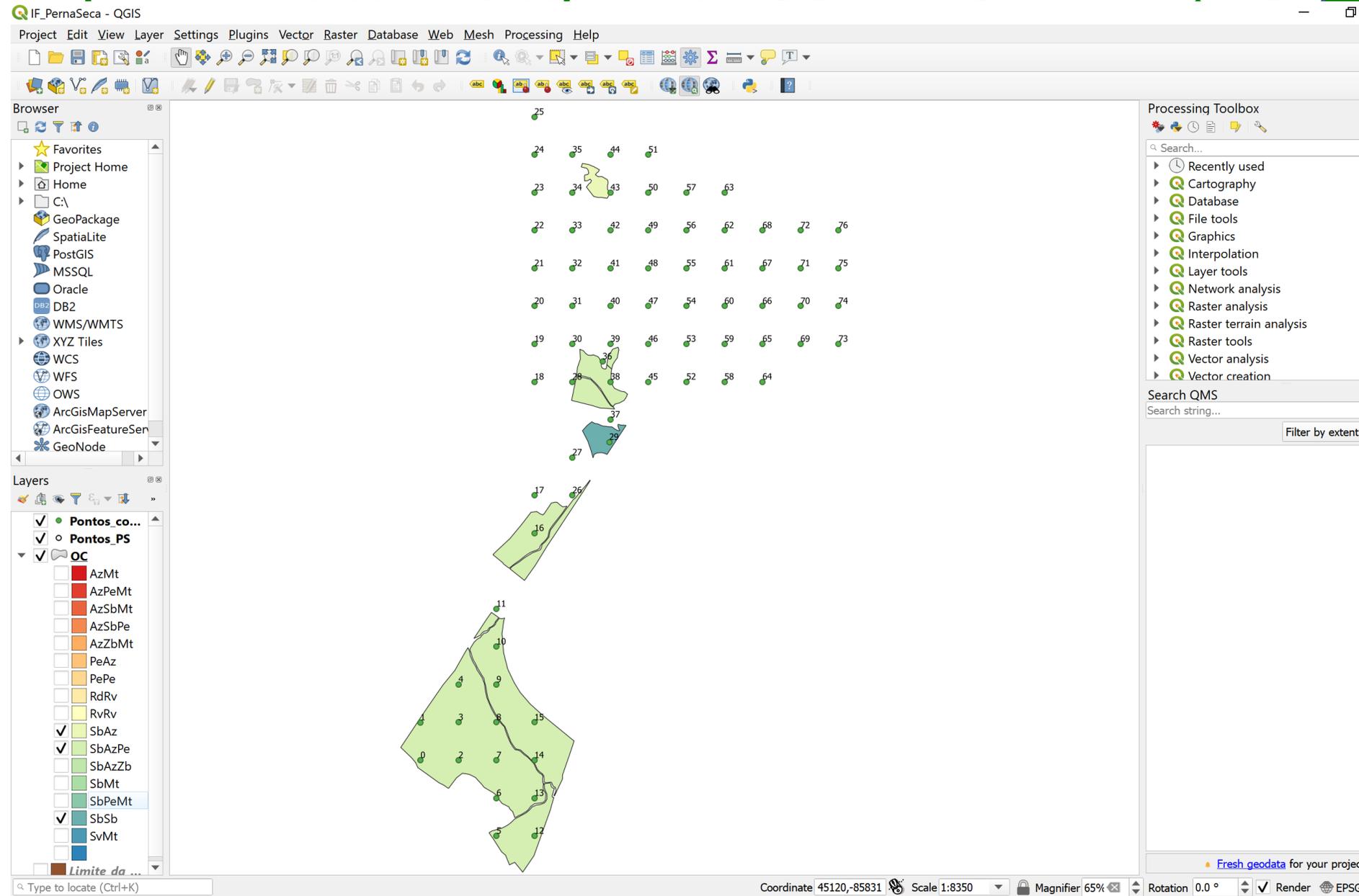
■ Inventários florestais para várias escalas espaciais - ÁREA DE GESTÃO

- ✓ Inventário da qualidade da cortiça na Herdade da Perna Seca



■ Inventários florestais para várias escalas espaciais - COMERCIALIZAÇÃO

✓ Inventário da qualidade da cortiça na Herdade da Perna Seca



▪ O papel da amostragem no inventário florestal

A inventariação e monitorização de recursos florestais tradicionais são quase sempre baseadas em amostragem

▪ A necessidade de amostrar

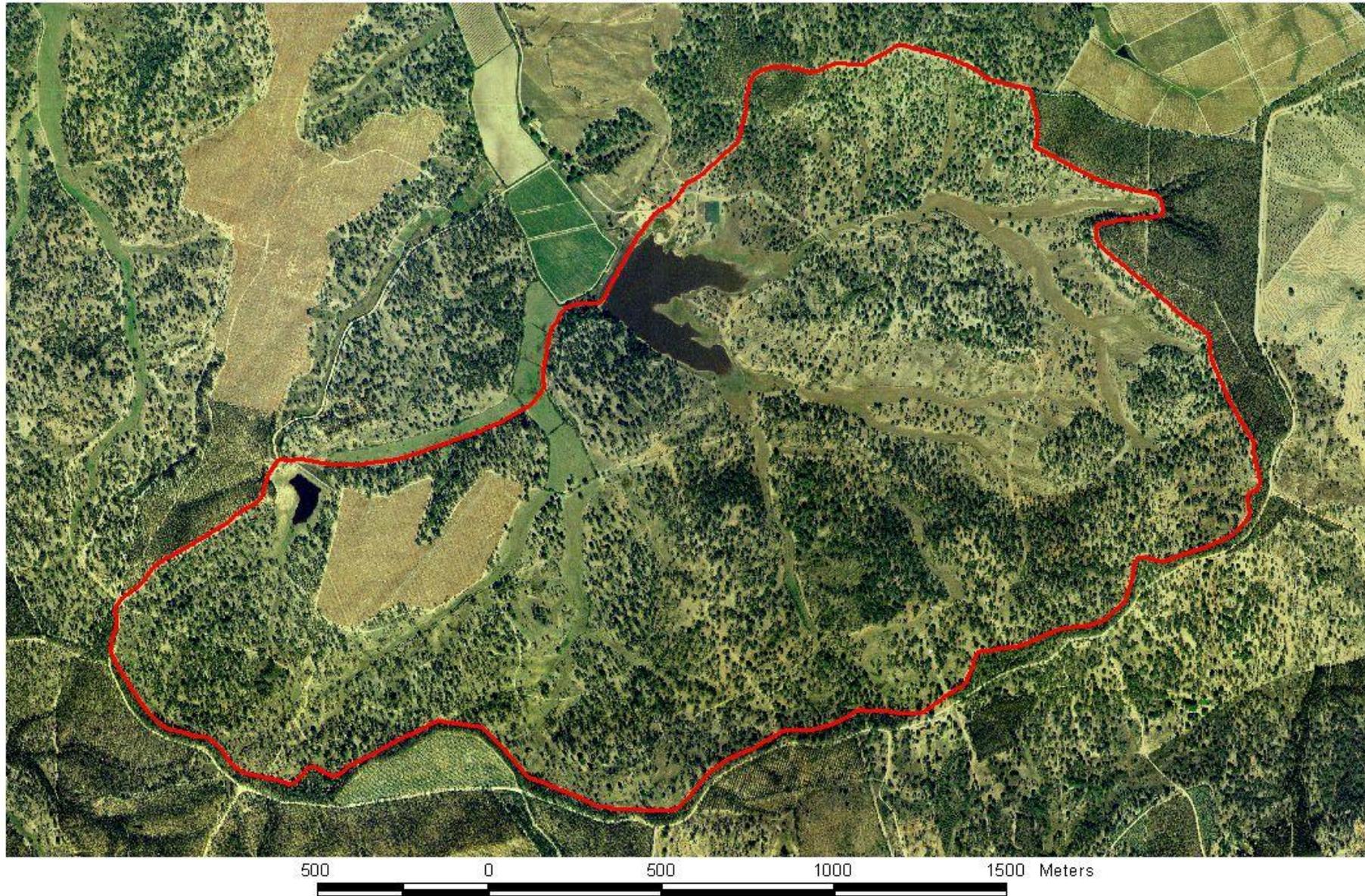
✓ Em consequência de:

- grande **extensão** da maior parte **das áreas** em estudo
- o **elevado consumo de tempo associado** com algumas das técnicas de medição
- algumas técnicas de medição implicam a destruição dos indivíduos (árvore ou povoamento, por exemplo) a medir

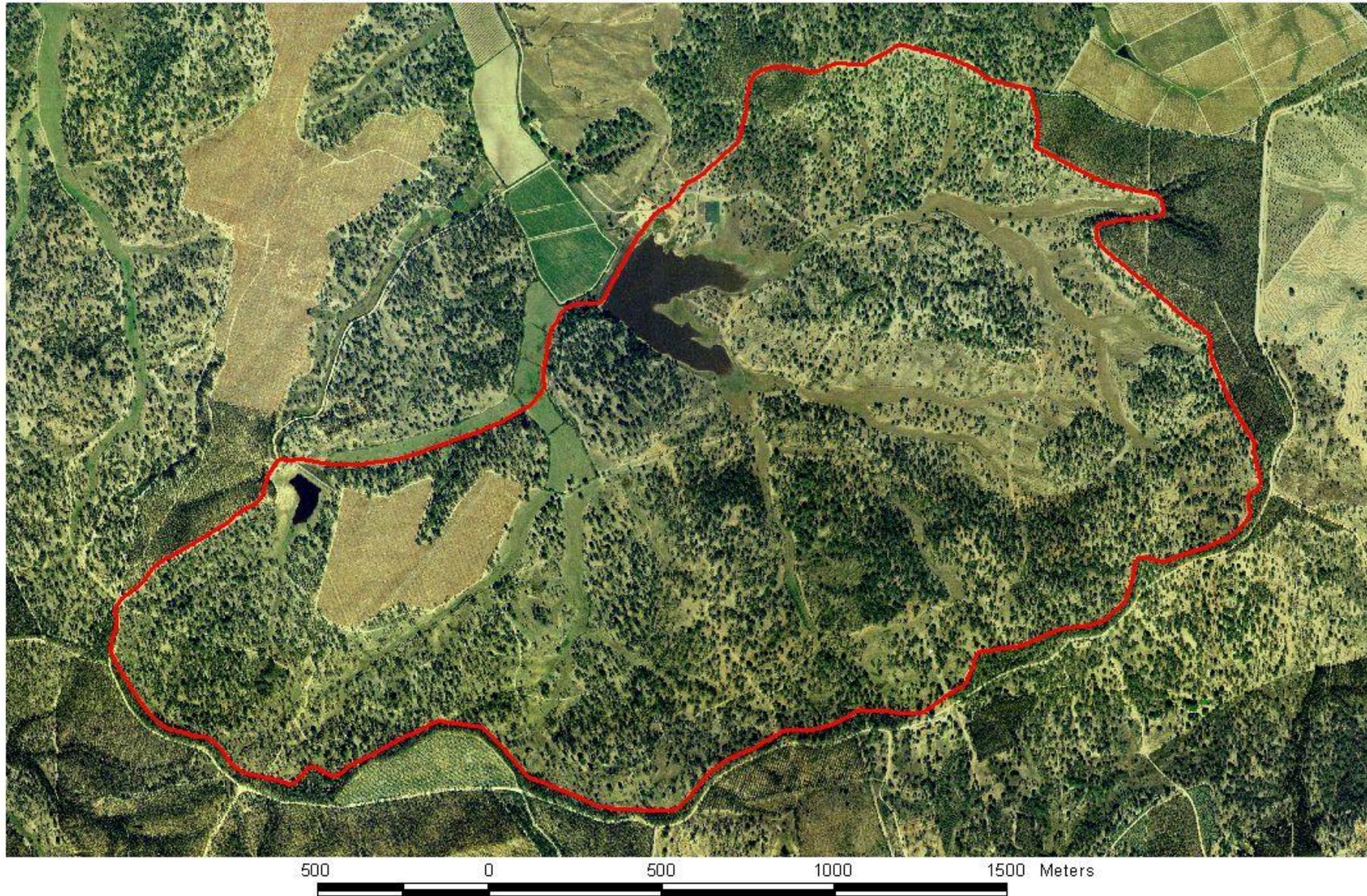
A inventariação e monitorização de recursos florestais tradicionais são quase sempre baseadas em **amostragem**

Atualmente, o inventário baseado em deteção remota vem ganhando importância. Este método de inventário não é baseado em amostragem

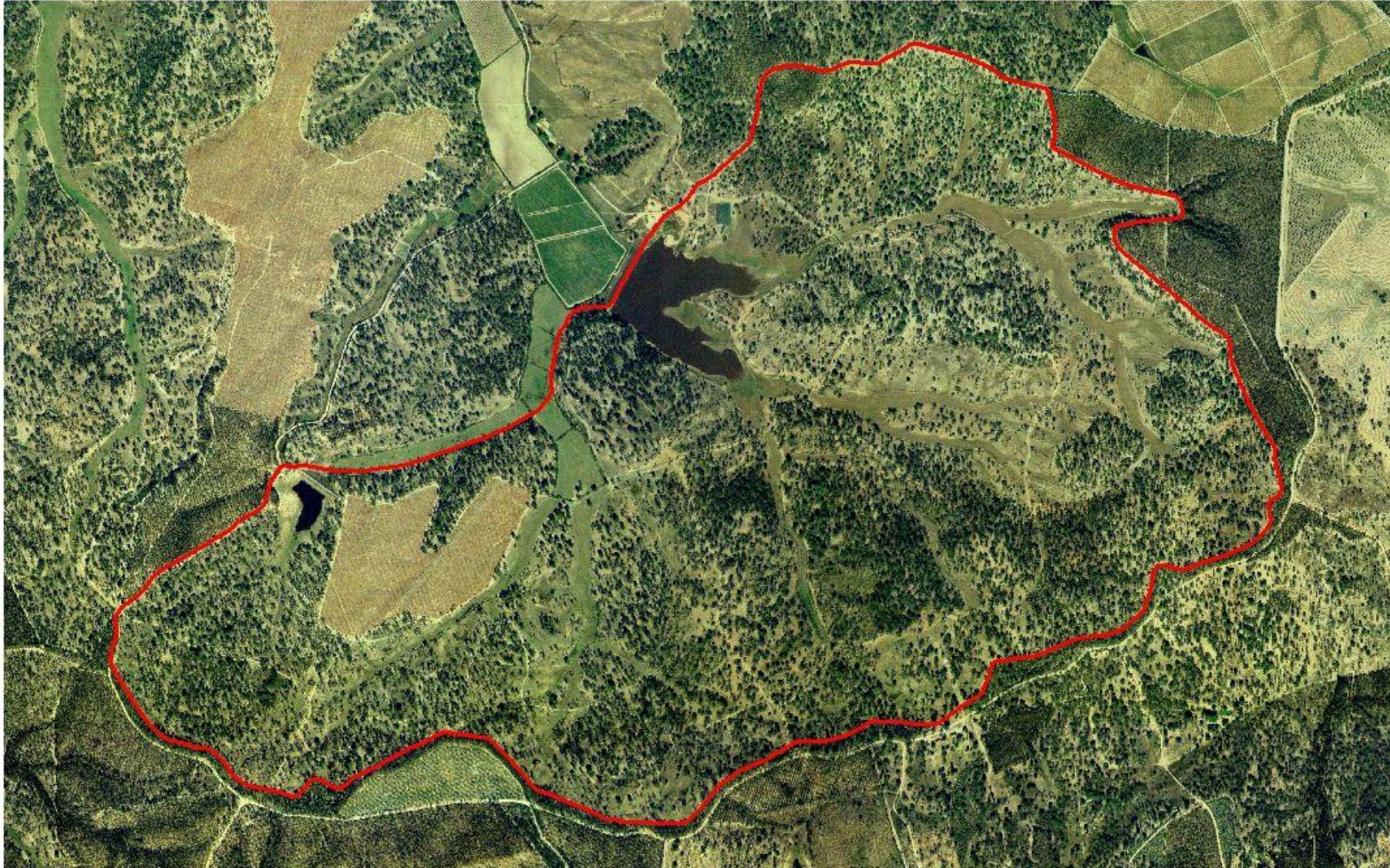
Mapa da propriedade ou "folha"



Podemos medir as árvores todas?

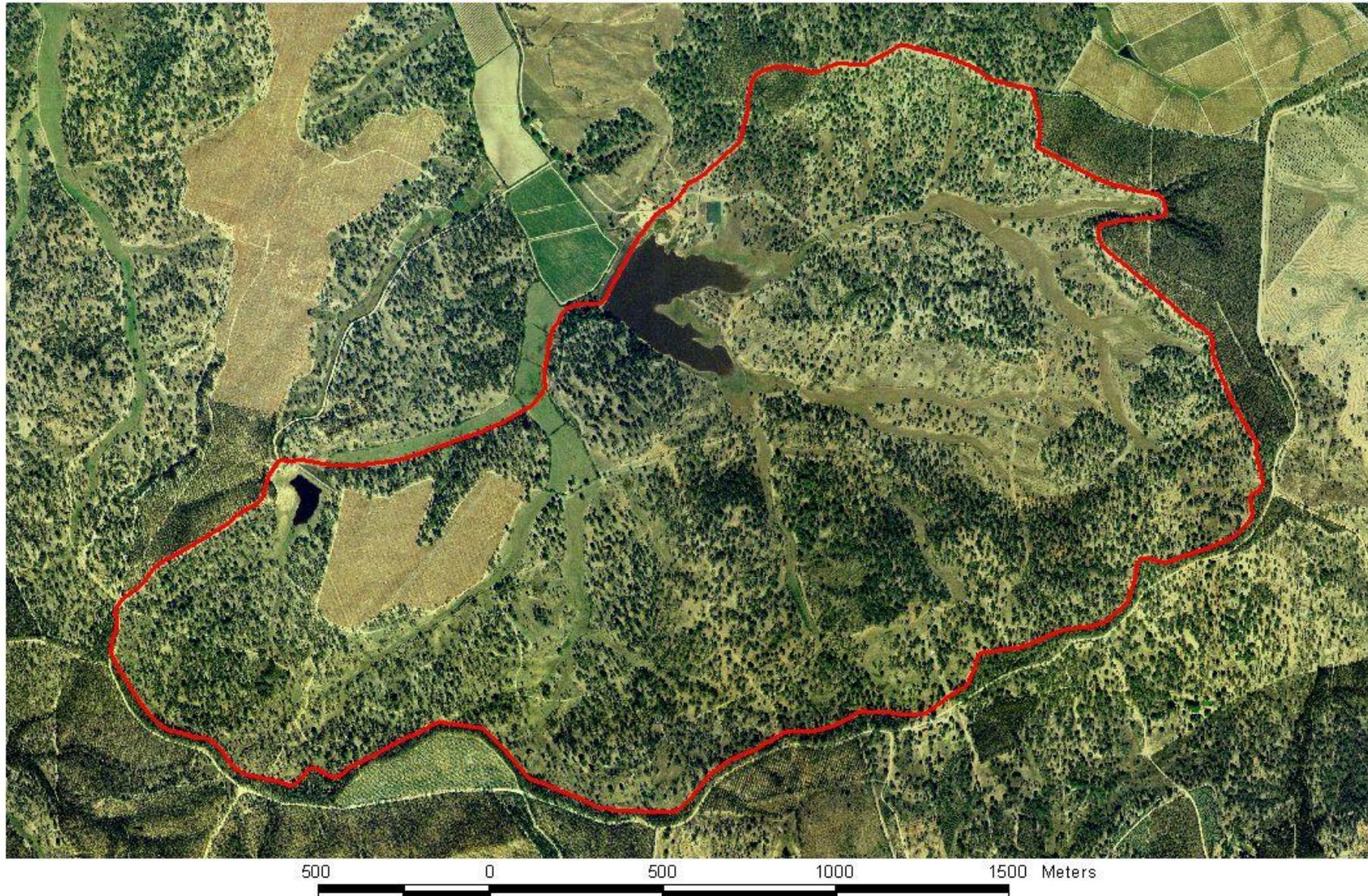


Claro que não... temos que amostrar

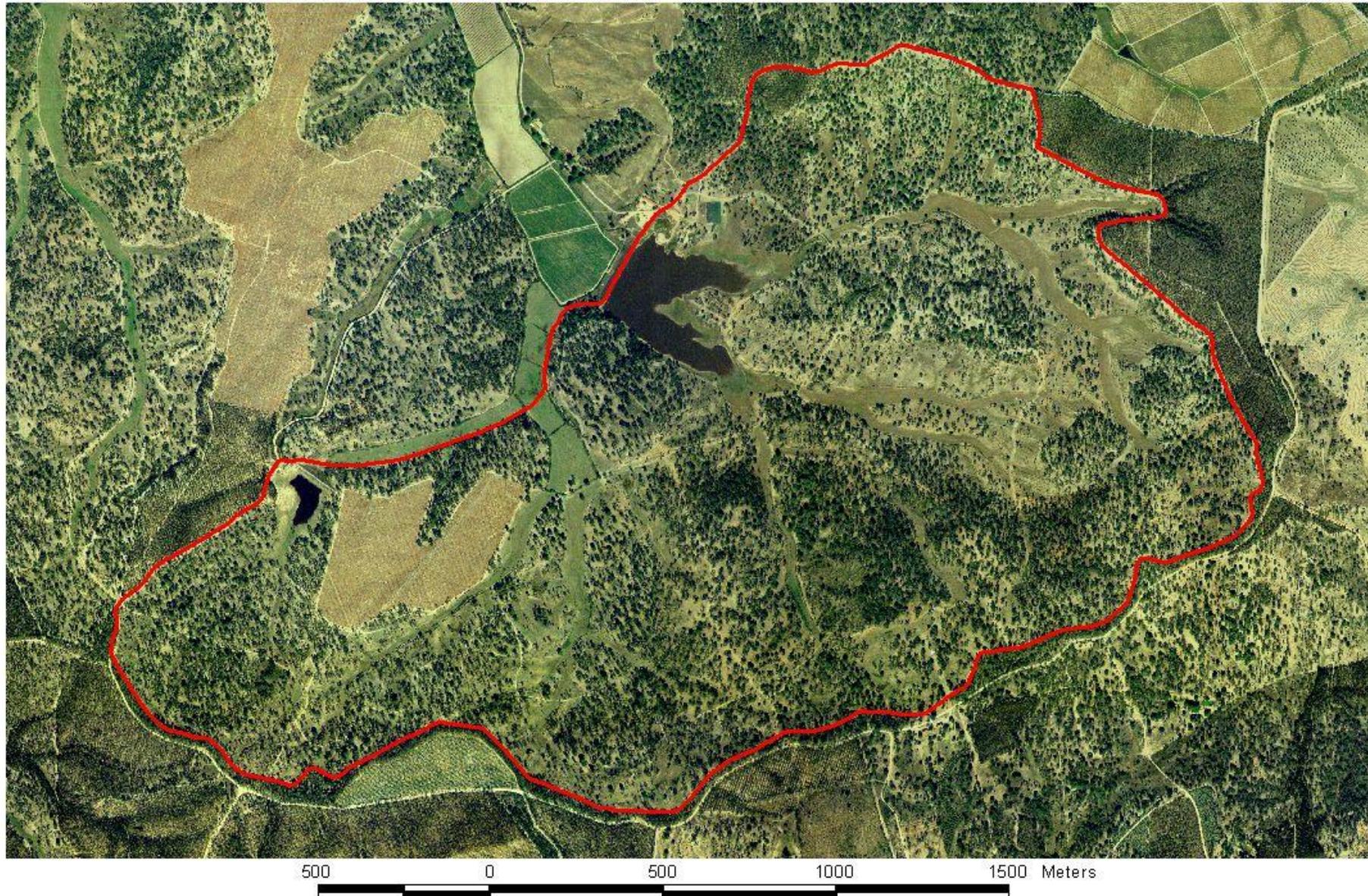


500 0 500 1000 1500 Meters

É fácil amostrar árvores? Não...

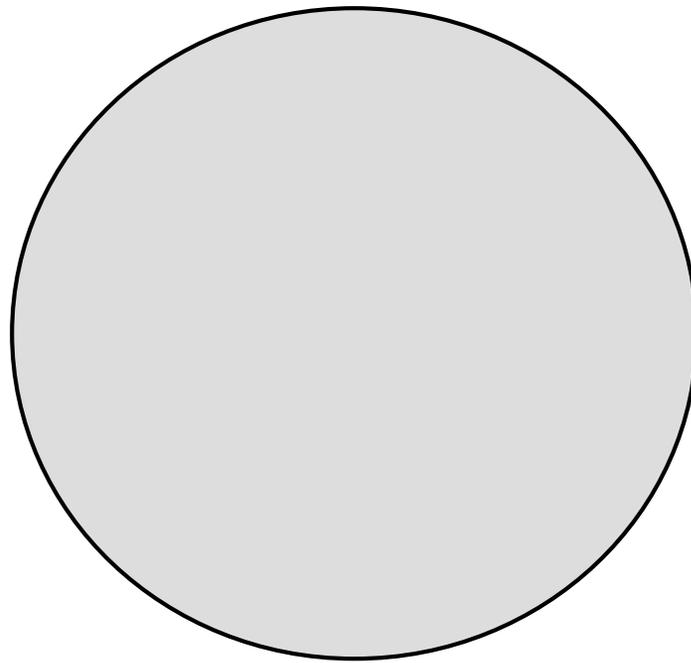


A unidade de amostragem é a parcela



▪ O que é uma parcela?

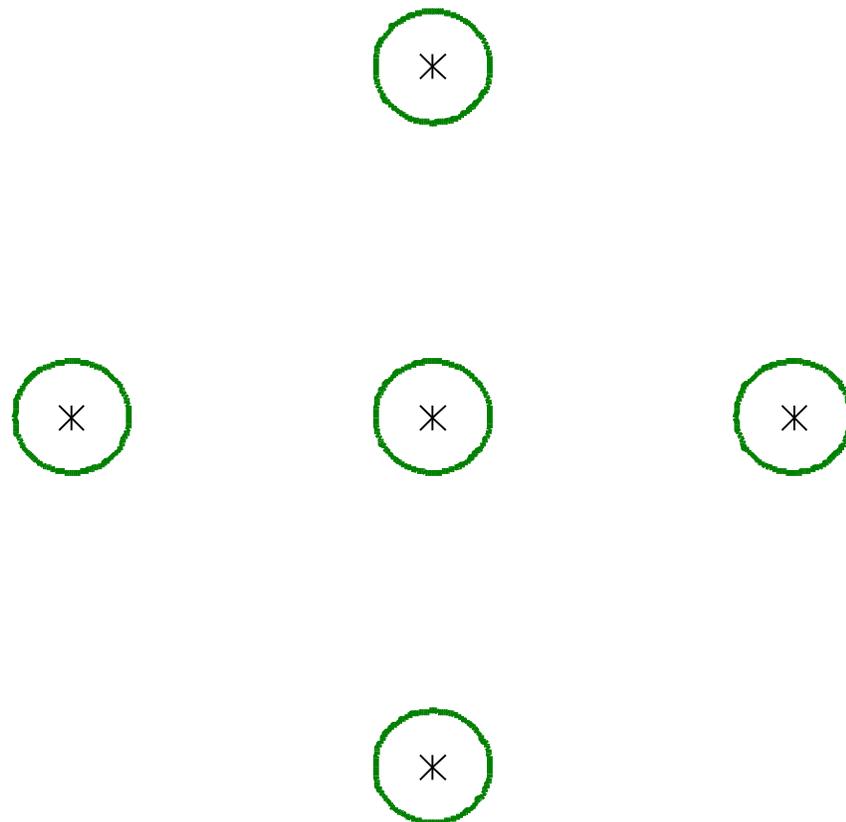
- ✓ É uma área dentro do povoamento - geralmente circular - utilizada para medir/avaliar variáveis da árvore e do povoamento



▪ Parcelas mais complexas - combinadas/concêntricas

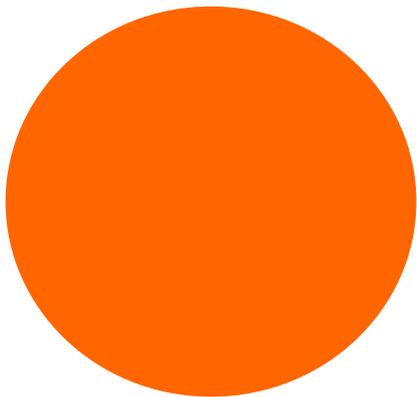


■ Parcelas mais complexas - grupos de parcelas (clusters)

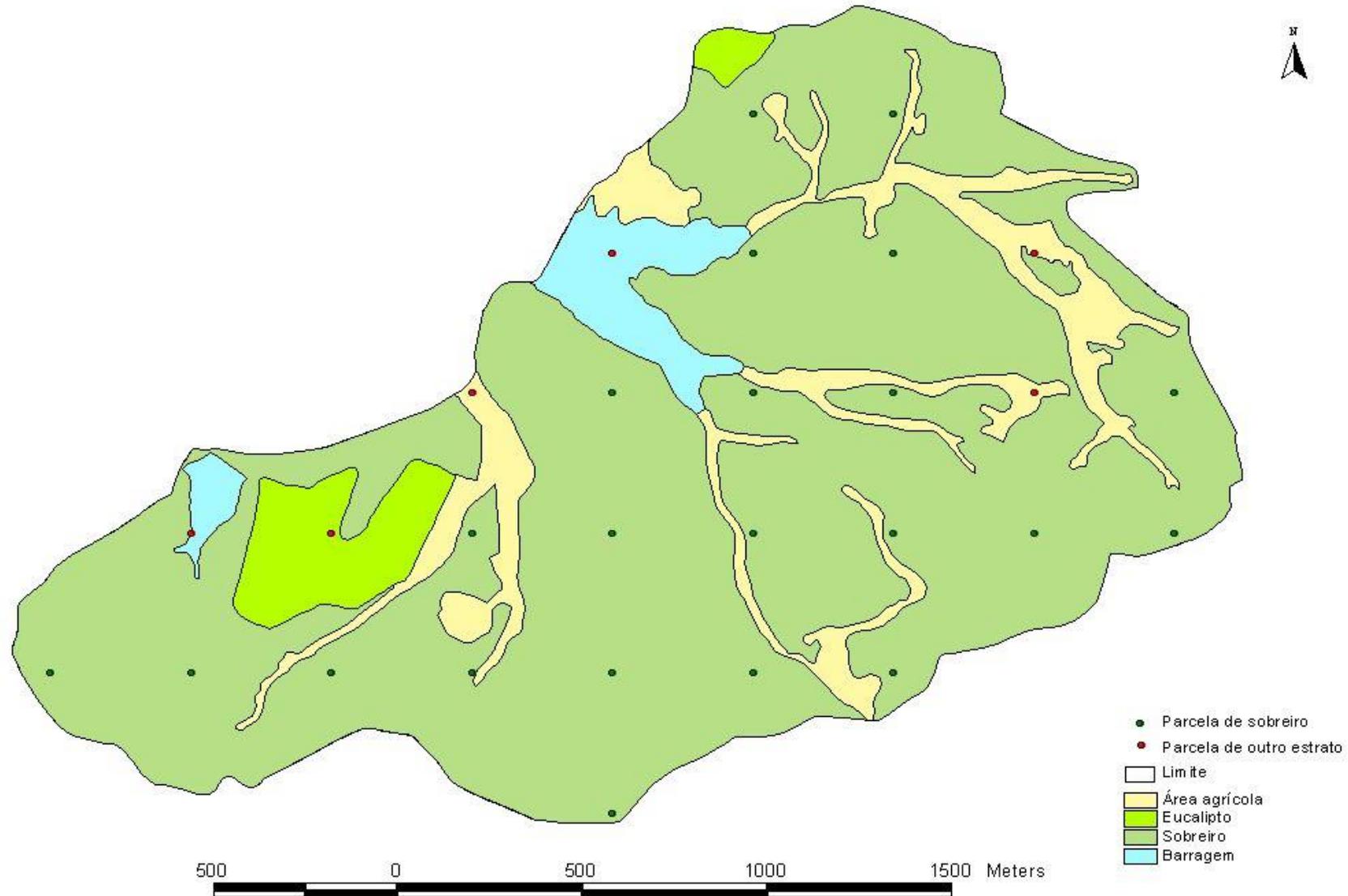


▪ Formas das parcelas

- ✓ A melhor forma é aquela que minimiza a razão perímetro/area → o círculo
- ✓ Podem usar-se várias formas para além do círculo: quadrado, rectângulo, faixas



Amostragem sistemática (quadrícula)



▪ A necessidade de amostrar

- ✓ O facto das variáveis do povoamento serem **avaliadas com base em amostragem** tem como consequência:
 - O **resultado** de um inventário florestal **não é exato**, vindo afetado de um erro - **o erro de amostragem** - o qual se deve ao facto de não se ter medido o povoamento todo, mas apenas um conjunto, maior ou menor, de parcelas
 - O erro de amostragem é **tanto maior quanto menos parcelas** se medirem
 - O erro de amostragem é **tanto maior quanto maior a variabilidade** da população
 - O erro de amostragem **é inerente ao processo de amostrar**, não é resultante de uma operação realizada incorretamente

▪ **Elementos recolhidos nos inventários florestais**

Os elementos recolhidos num inventário florestal dependem do seu objetivo

▪ Principais elementos de um inventário florestal

- ✓ Avaliação de **áreas**, com/sem produção de cartografia
- ✓ Caracterização dos **povoamentos florestais**:
 - existências, acréscimos, percas, regeneração
 - estado sanitário
 - subbosque (composição e biomassa)
 - madeira morta
 - stocks de carbono
 - caracterização da vida selvagem
 - avaliação de recursos hídricos
- ✓

▪ Um inventário usa diversas fontes de dados:

✓ Fontes de informação

- dados cartográficos
- dados provenientes de detecção remota
 - fotografia aérea
 - imagens de satélite
 - imagens LIDAR
- medição e observação de campo
- ...
- É frequente utilizar-se uma combinação de informação proveniente de diversas fontes

■ **Planeamento de um inventário florestal**

Independendentemente da escala espacial, o planeamento de um inventário florestal inclui diversas fases

▪Planeamento de um inventário florestal

- ✓ Um inventário é uma tarefa complexa cujo planeamento implica um conjunto de decisões extremamente importantes para a qualidade do resultado final em termos de:
 - exactidão
 - custos
 - tempo de realização
- ✓ O sucesso de um inventário depende definitivamente de um planeamento cuidadoso dos trabalhos a efetuar

▪Planeamento de um inventário florestal

- ✓ Pontos a considerar na fase inicial do planeamento de um inventário florestal
 - Definição de objectivos e avaliação das necessidades de informação
 - Compilação e análise de dados sobre a área a inventariar
 - Tempo e orçamento associados à realização de um inventário

▪Planeamento de um inventário florestal

✓ Avaliação das necessidades de informação

– A questão importante a colocar antes de tudo é:

- Para quê?
- Qual é a informação necessária?
- Quem vai utilizar os resultados?

– A avaliação das necessidades de informação deve ser desenvolvida com o **envolvimento de todos os interessados**, especialmente os utilizadores potenciais dos resultados: investigadores, engenheiros e técnicos florestais, políticos e público em geral

▪Planeamento de um inventário florestal

- ✓ Decisões a tomar na fase de planeamento de um inventário florestal
 - **Cartografia?** Sim ou não? Métodos?
 - Aquisição de **fotografia e/ou imagem de satélite**
 - Definição da **tipologia dos povoamentos florestais**
 - Fotointerpretação e/ou classificação com base em imagem de satélite
 - Metodologia para a **avaliação de áreas**
 - Metodologias para a avaliação de **existências e acréscimos**
 - Metodologias para a avaliação de **outros recursos** e características florestais

▪Planeamento de um inventário florestal

- ✓ Decisões a tomar na fase de planeamento de um inventário florestal (cont.)
 - Delineamento das amostragens
 - para a avaliação de áreas
 - para a avaliação de existências e acréscimos
 - para a avaliação de outros recursos e características florestais
 - Preparação do protocolo para as medições de campo e treino das equipas de campo
 - Planeamento do apoio logístico
 - Definição da organização dos dados em computador e dos procedimentos de cálculo

▪ Símbolos para variáveis da árvore e do povoamento

No ISA utilizamos a simbologia *standard* da IUFRO

- **Símbolos para variáveis da árvore e do povoamento**

A large flock of sheep is gathered in a field with several large, mature trees. The sheep are of various colors, including white, grey, and brown. Some are standing, while others are lying down. The trees have thick trunks and dense green foliage. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day. A white starburst graphic is overlaid on the image, containing the text 'Dúvidas?'.

Dúvidas?

Forest inventory

Characterisation of each stand in the MU (values of state variables) at time t

Models and methods to select management options that may sustain conditions and outcomes of interest (multiple criteria)

Optimization and other OR techniques

Prediction of wood & non-wood products and ecosystem services for each combination of FMA

Decision support system

Forest simulator computer program (includes a set of forest growth models)

Forest simulator applied several times to each stand

Simulation of several forest management alternatives (MA) for each stand



$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} corkA_{ij}x_{ij} = CORKA_t, t = 1, \dots, T$$
$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} cones_{ij}x_{ij} = Cones_t, t = 1, \dots, T$$