



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LIÇÕES
DE
DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL I**

Cristina Maria Martins Alegria

FEVEREIRO, 2004
CASTELO BRANCO



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA FLORESTAL

**LIÇÕES
DE
DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL I**

Cristina Maria Martins Alegria

FEVEREIRO, 2004
CASTELO BRANCO

ÍNDICE

LIÇÃO Nº 1	
0. PROGRAMA, PLANIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO	1
LIÇÃO Nº 2	
TEÓRICA	
1. OBJECTIVOS E ÂMBITO DA DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL NO DOMÍNIO DA PRODUÇÃO FLORESTAL	1
2. INVENTÁRIO FLORESTAL	1
2.1. Planificação do inventário florestal	9
2.2. Descrição da área a inventariar	13
2.3. Amostragem	15
2.3.1. Estratificação	16
2.3.2. Amostragem convencional por parcelas e amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho da amostra	17
2.3.3. Tipos de amostragem	18
2.3.4. Intensidade de amostragem	26
2.3.5. Amostragens repetidas no inventário florestal	28
2.4. Procedimentos para o trabalho de campo	28
2.4.1. Localização e instalação das unidades de amostragem	29
2.4.2. Pessoal, qualificação e apoio logístico	33
2.5. Inventário Florestal Nacional	35
PRÁTICA	40
Fotointerpretação e fotogrametria. Aplicações práticas de interesse no âmbito do inventário florestal. Amostragem casual e amostragem sistemática. Selecção e localização das unidades de amostragem.	
LIÇÃO Nº 3	
TEÓRICA	
3. PRINCIPAIS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS	47
3.1. Variáveis ao nível da árvore individual	47
3.1.1. O diâmetro da árvore: o DAP e outros diâmetros	47
3.1.1.1. Instrumentos de medição, sua descrição e modo de funcionamento	48
3.1.1.2. Normas de medição do DAP	50
3.1.1.3. Erros associados à determinação do DAP	52
3.1.2. A altura da árvore: altura total e alturas parciais	55
3.1.2.1. Instrumentos de medição das alturas	56
3.1.2.2. Normas de medição das alturas	68
3.1.2.3. Erros associados à determinação das alturas	69
3.1.3. A idade da árvore	74

PRÁTICA	79
Apresentação dos aparelhos de medição de diâmetros, alturas e inclinação/declive. Seu funcionamento.	
LIÇÃO Nº 4	80
PRÁTICA	
Treino de campo - Instalação de parcelas de inventário de área fixa. Treino de medição de diâmetros e alturas. Manuseamento de bússolas para determinação de azimutes e delimitação de parcelas no terreno. Correção de inclinação/declives para distâncias na horizontal - manuseamento de clinómetros.	
LIÇÃO Nº 5	
TEÓRICA	
3.2. Variáveis ao nível do povoamento	83
3.2.1. A idade dos povoamentos. Estrutura dos povoamentos	83
3.2.2. O número de árvores por hectare	85
3.2.3. A área basal por hectare	86
3.2.4. Diâmetro médio e a altura média do povoamento	88
3.2.5. Diâmetro dominante e a altura dominante do povoamento	89
PRÁTICA	91
Análise de dados de inventário florestal recolhidos em parcelas de área fixa. Análise dendrométrica dos povoamentos.	
LIÇÃO Nº 6	
TEÓRICA	94
4. EXEMPLOS DE PROTOCOLOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL	
PRÁTICA	127
Protocolos de inventário florestal. Amostragem e selecção das unidades de amostragem. Preparação do trabalho de inventário florestal. Brigadas de campo. Chefe de brigada. Preparação do material dendrométrico e mochilas de campo.	
LIÇÃO Nº 7	
PRÁTICA	131
Treino de campo -Realização de inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização das unidade de amostragem no terreno. Manuseamento de bússolas e fita para estabelecimento da parcela. Correção da inclinação do terreno - manuseamento de clinómetros. Recolha de dados dendrométricos.	

LIÇÃO Nº 8	
TEÓRICA	
5. QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL LENHOSO DA ÁRVORE INDIVIDUAL	132
5.1. O volume	132
5.2. Métodos de cubagem da árvore individual	133
5.2.1. A forma da árvore	133
5.2.1.1. Coeficientes de forma	135
5.2.1.2. Quocientes de forma	136
5.2.2. Cubagem rigorosa	138
5.2.2.1. Fórmulas de cálculo dos volumes dos toros	139
5.2.3. Cubagem segundo a fórmula de Hohenadl	140
5.2.3.1. Derivação do coeficiente de forma a 10% da altura da árvore	141
5.2.4. Fórmula de Pressler	141
PRÁTICA	143
Realização de cubagens rigorosas. Fórmula de Smalian. Cálculo de volumes total e parciais. Volume do cepo, volume mercantil e volume da bicada. Coeficiente de forma ordinário. Fórmula de Hohenadle. Volume total. Coeficientes de forma a 10% e coeficiente de forma ordinário.	
LIÇÃO Nº 9	
TEÓRICA	
5.3. Instrumentos de medição dendrométrica frequentemente utilizados para a cubagem da árvore em pé	145
5.3.1. Relascópio de espelho de Bitterlich	145
5.3.2. Telerelascópio	160
5.4. O estere	170
5.5. A casca	171
5.6. O peso	172
PRÁTICA	174
Conversão de dados em fichas de campo com leituras obtidas pelo Relascópio de espelhos Bitterlich e Blume-Leiss. Método de Pressler-Bitterlich. Cálculo da altura formal, do coeficiente de forma ordinário e volume da árvore individual. Cálculo do volume da casca. Espessura da casca. O estere na avaliação do volume mercantil.	
LIÇÃO Nº 10	
PRÁTICA	177
Treino de campo - Manuseamento do relascópio de espelhos de Bitterlich. Recolha de dados segundo o método de Pressler-Bitterlich. Avaliação da área basal/ha, recorrendo à amostragem pontual, segundo a metodologia de Bitterlich.	

LIÇÃO Nº 11	179
PRÁTICA	
Treino de campo - Manuseamento do Telerelascópio e do hipsómetro Vertex. Cubagem rigorosa. Fórmula de Hohenadle. Recolha de dados com a árvore em pé. Tratamento dos dados recolhidos nas aulas de campo.	
LIÇÃO Nº 12	181
PROVA DE AVALIAÇÃO ESCRITA TEÓRICO-PRÁTICA	
LIÇÃO Nº 13	182
PROVA PRÁTICA DE RECOLHA DE DADOS DE CAMPO	
Inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização da unidade de amostragem no terreno. Parcelas de área fixa - Protocolo de campo. Pontos de amostragem – Protocolo de campo. Recolha de dados dendrométricos. Preenchimento de fichas de campo.	
LIÇÃO Nº 14	183
PROVA PRÁTICA DE RECOLHA DE DADOS DE CAMPO	
Inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização da unidade de amostragem no terreno. Parcelas de área fixa - Protocolo de campo. Pontos de amostragem – Protocolo de campo. Recolha de dados dendrométricos. Preenchimento de fichas de campo.	
LIÇÃO Nº 15	
PRÁTICA	184
Apresentação, discussão e avaliação do trabalho prático executado pelos alunos.	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
ANEXOS	187

LIÇÃO Nº 1
PROGRAMA, PLANIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA FLORESTAL
DISCIPLINA DE DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL I (2ºano - 2ºsemestre)

ANO LECTIVO 2004/2005

PROGRAMA

I. COMPONENTE TEÓRICA

1. OBJECTIVOS E ÂMBITO DA DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL NO DOMÍNIO DA PRODUÇÃO FLORESTAL
2. INVENTÁRIO FLORESTAL
 - 2.1. Planificação do inventário florestal
 - 2.2. Descrição da área a inventariar
 - 2.3. Amostragem
 - 2.3.1. Estratificação
 - 2.3.2. Amostragem convencional por parcelas e amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho da amostra
 - 2.3.3. Tipos de amostragem
 - 2.3.4. Intensidade de amostragem
 - 2.3.5. Amostragens repetidas no inventário florestal
 - 2.4. Procedimentos para o trabalho de campo
 - 2.4.1. Localização e instalação das unidades de amostragem
 - 2.4.2. Pessoal, qualificação e apoio logístico
 - 2.5. Inventário Florestal Nacional
3. PRINCIPAIS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS
 - 3.1. Variáveis ao nível da árvore individual
 - 3.1.1. O diâmetro da árvore: o DAP e outros diâmetros
 - 3.1.1.1. Instrumentos de medição, sua descrição e modo de funcionamento
 - 3.1.1.2. Normas de medição do DAP
 - 3.1.1.3. Erros associados à determinação do DAP
 - 3.1.2. A altura da árvore: altura total e alturas parciais
 - 3.1.2.1. Instrumentos de medição das alturas

- 3.1.2.2. Normas de medição das alturas
- 3.1.2.3. Erros associados à determinação das alturas
- 3.1.3. A idade da árvore
- 3.2. Variáveis ao nível do povoamento
 - 3.2.1. A idade dos povoamentos. Estrutura dos povoamentos
 - 3.2.2. O número de árvores por hectare
 - 3.2.3. A área basal por hectare
 - 3.2.4. Diâmetro médio e a altura média do povoamento
 - 3.2.5. Diâmetro dominante e a altura dominante do povoamento
- 4. EXEMPLOS DE PROTOCOLOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL
- 5. QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL LENHOSO DA ÁRVORE INDIVIDUAL
 - 5.1. O volume
 - 5.2. Métodos de cubagem da árvore individual
 - 5.2.1. A forma da árvore
 - 5.2.1.1. Coeficientes de forma
 - 5.2.1.2. Quocientes de forma
 - 5.2.2. Cubagem rigorosa
 - 5.2.2.1. Fórmulas de cálculo dos volumes dos toros
 - 5.2.3. Cubagem segundo a fórmula de Hohenadl
 - 5.2.3.1. Derivação do coeficiente de forma a 10% da altura da árvore
 - 5.2.4. Fórmula de Pressler
 - 5.3. Instrumentos de medição dendrométrica frequentemente utilizados para a cubagem da árvore em pé
 - 5.3.1. Relascópio de espelho de Bitterlich
 - 5.3.2. Telerelascópio
 - 5.4. O estere
 - 5.5. A casca
 - 5.6. O peso

Castelo Branco, 13 de Fevereiro de 2005

O Professor Adjunto,

Eng.^a Cristina Alegria



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA FLORESTAL
DISCIPLINA DE DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL I (2ºano - 2ºsemestre)

ANO LECTIVO 2004/2005

PROGRAMA

II. COMPONENTE PRÁTICA

1. Programa, planificação e avaliação.
2. Fotointerpretação e fotogrametria. Aplicações práticas de interesse no âmbito do inventário florestal. Amostragem casual e amostragem sistemática. Selecção e localização das unidades de amostragem.
3. Apresentação dos aparelhos de medição de diâmetros, alturas e inclinação/declive. Seu funcionamento.
4. **Treino de campo** - Instalação de parcelas de inventário de área fixa. Treino de medição de diâmetros e alturas. Manuseamento de bússolas para determinação de azimutes e delimitação de parcelas no terreno. Correção de inclinação/declives para distâncias na horizontal - manuseamento de clinómetros.
5. Análise de dados de inventário florestal recolhidos em parcelas de área fixa. Análise dendrométrica dos povoamentos.
6. Protocolos de inventário florestal. Amostragem e selecção das unidades de amostragem. Preparação do trabalho de inventário florestal. Brigadas de campo. Chefe de brigada. Preparação do material dendrométrico e mochilas de campo.
7. **Treino de campo** - Realização de inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização das unidades de amostragem no terreno. Manuseamento de bússolas e fita para estabelecimento da parcela. Correção da inclinação do terreno - manuseamento de clinómetros. Recolha de dados dendrométricos.
8. Realização de cubagens rigorosas. Fórmula de Smalian. Cálculo de volumes total e parciais. Volume do cepo, volume mercantil e volume da bicada. Coeficiente de forma ordinário. Fórmula de Hohenadle. Volume total. Coeficientes de forma a 10% e coeficiente de forma ordinário.
9. Conversão de dados em fichas de campo com leituras obtidas pelo Relascópio de espelhos Bitterlich e Blume-Leiss. Método de Pressler-Bitterlich. Cálculo da altura formal, do coeficiente de forma ordinário e volume da árvore individual. Cálculo do volume da casca. Espessura da casca. O estere na avaliação do volume mercantil.
10. **Treino de campo** - Manuseamento do relascópio de espelhos de Bitterlich. Recolha de dados segundo o método de Pressler-Bitterlich. Avaliação da área basal/ha, recorrendo à amostragem pontual, segundo a metodologia de Bitterlich.

-
11. **Treino de campo** - Manuseamento do Telerelascópio e do hipsómetro Vertex III. Cubagem rigorosa. Fórmula de Hohenadle. Recolha de dados com a árvore em pé. Tratamento dos dados recolhidos nas aulas de campo.
 12. **PROVA DE AVALIAÇÃO ESCRITA TEÓRICO-PRÁTICA.**
 13. **PROVA PRÁTICA DE RECOLHA DE DADOS DE CAMPO**
Inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização da unidade de amostragem no terreno. Parcelas de área fixa - Protocolo de campo. Pontos de amostragem – Protocolo de campo. Recolha de dados dendrométricos. Preenchimento de fichas de campo.
 14. **PROVA PRÁTICA DE RECOLHA DE DADOS DE CAMPO**
Inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização da unidade de amostragem no terreno. Parcelas de área fixa - Protocolo de campo. Pontos de amostragem – Protocolo de campo. Recolha de dados dendrométricos. Preenchimento de fichas de campo.
 15. Apresentação, discussão e avaliação do trabalho prático executado pelos alunos.

Castelo Branco, 13 de Fevereiro de 2005

O Professor Adjunto,

Eng.^a Cristina Alegria



ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA

INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA FLORESTAL
DISCIPLINA DE DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL I (2ºano - 2ºsemestre)

ANO LECTIVO 2004/2005

1. PLANIFICAÇÃO DA DISCIPLINA

Semana nº	Turma Data	MATÉRIA Teórico-Prática (4 horas por semana)
1		PROGRAMA, PLANIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO.
2		PLANIFICAÇÃO DO INVENTÁRIO FLORESTAL.
3		VARIÁVEIS DA ÁRVORE INDIVIDUAL. INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO.
4		Treino de campo - Parcelas de área fixa. Recolha de dados dendrométricos*
5		VARIÁVEIS CARACTERIZADORAS DOS POVOAMENTOS.
6		EXEMPLOS DE PROTOCOLOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL.
7		Treino de campo - Procedimentos para o trabalho de inventário florestal. Parcelas de área fixa. Protocolo de recolha de dados.*
8		QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DA ÁRVORE INDIVIDUAL.
9		INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO PARA A CUBAGEM DA ÁRVORE EM PÉ.
10		Treino de campo - Pontos de amostragem. Recolha de dados com Relascópio de espelhos de Bitterlich.*
11		Treino de campo - cubagem da árvore em pé com oTelerelescópio. Manuseamento do hipsómetro Vertex III*
12		PROVA DE AVALIAÇÃO ESCRITA TEÓRICO-PRÁTICA
13		PROVA PRÁTICA - RECOLHA DE DADOS - CAMPO.*
14		PROVA PRÁTICA - RECOLHA DE DADOS - CAMPO.*
15		Apresentação, discussão e avaliação do trabalho prático executado pelos alunos.
		Época de Exames - Exame Teórico-Prático.
		Época de Exames de Recurso - Exame Teórico-Prático.

* - CAMPO;

2. AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA

De acordo com o Regulamento Interno da ESACB, a avaliação da disciplina decorre nos seguintes termos:

1º - obter **frequência** na disciplina - i.e. a **assistência a 3/4 das aulas práticas** (folha de presenças).

2º - realizar a **avaliação periódica** que é constituída por duas avaliações:

- a) **prova de avaliação escrita teórico-prática (sem consulta). A inscrição nesta prova de avaliação**, por ser facultativa, deve ser realizada **5 dias úteis antes** da data prevista para a sua realização.
- b) **prova prática de recolha de dados no campo.**

3º - a aprovação na disciplina por dispensa é obtida caso se verifiquem as seguintes condições:

- a) **nota prova escrita teórico-prática ≥ 8 valores;**
- b) **nota prova prática ≥ 8 valores;**
- c) **nota final da avaliação periódica ≥ 10 valores**

onde,

$$\text{nota final} = (0.5 \times \text{nota prova escrita teórico-prática}) + (0.5 \times \text{nota prova prática})$$

4º - Caso não tenha dispensado, pode realizar a **avaliação por exame** que é constituído por duas componentes:

- a) **a prova escrita teórico-prática (idêntica à referido no item 2º) e**
- b) **a prova prática de recolha de dados de campo.**

NB: os alunos **que tenham realizado a prova prática durante a avaliação periódica podem** ficar dispensados de nova prova prática **de recolha de dados no campo em exame, sendo-lhes atribuída a nota obtida naquela componente.**

5º - a aprovação por **exame** é obtida:

$$\text{nota final} = (0.8 \times \text{nota prova escrita teórico-prática}) + (0.2 \times \text{nota avaliação prática}) \geq 10 \text{ valores}$$

6º - Não é permitida a frequência da disciplina dos alunos que não se encontrem inscritos na mesma.

3. MATERIAL INDIVIDUAL OBRIGATÓRIO

- * Lições da disciplina (encontram-se disponíveis na AE);
- * Fotocópia a cores das fotografias aéreas;
- * Máquina calculadora;
- * Régua e transferidor;
- * Acetatos de escrita, caneta de acetato e borracha de acetato.

4. **INFORMAÇÕES AOS ALUNOS** - afixadas no placard da disciplina.

5. **HORÁRIO DE DÚVIDAS** - em horário a afixar oportunamente e mediante marcação prévia com o Professor.

Castelo Branco, 13 de Fevereiro de 2005

O Professor Adjunto,

Eng.^a Cristina Alegria

LIÇÃO Nº 2

TEÓRICA

1. OBJECTIVOS E ÂMBITO DA DENDROMETRIA E INVENTÁRIO FLORESTAL NO DOMÍNIO DA PRODUÇÃO FLORESTAL

A *dendrometria* irá tratar do caso particular da produção lenhosa, no sentido da sua quantificação. Será pois, esta disciplina que irá fornecer os elementos necessários para que seja possível *conduzir sobre bases técnicas* outros domínios da *produção florestal*. Por exemplo, as medidas necessárias para o *ordenamento e gestão* das matas baseiam-se na informação obtida de *inventários florestais e estudos de crescimento e produção*.

2. INVENTÁRIO FLORESTAL

Um inventário florestal pretende sempre proporcionar informação sobre os recursos florestais, e.g. sobre a quantidade e qualidade dos recursos da floresta e outras características da área florestal, como p.e., as áreas ocupadas pelas diferentes espécies florestais, a caracterização dos povoamentos quanto ao seu volume e dimensão das árvores que o constituem, assim como, da sua idade e determinação do seu potencial produtivo. Ou seja, o *objectivo* de um inventário florestal, na sua expressão mais usual, não é em primeira instância a quantificação dos produtos formados pela floresta mas sim os *meios de produção*, ou seja toda a população de árvores, desde plântulas até árvores maduras (Loetsch *et al.*, 1973). Um inventário deve fornecer informação das *existências*, de modo a providenciar uma base para o ordenamento e gestão das áreas florestais, de acordo com o objectivo de se obter uma produção constante e sustentada e com o máximo rendimento económico, assim com, de actuação em termos de política florestal (Husch, 1971).

Segundo Husch (1971) um inventário completo para *avaliação do volume de madeira*, deve fornecer a informação sobre estimativas de áreas, descrição da topografia, regime de propriedade, acessibilidade, facilidade de transportes, estimativas da quantidade e qualidade da madeira, estimativas do crescimento, drenagem. Quando necessário, pode ser recolhida informação adicional sobre os recursos recreacionais e vida selvagem.

A ênfase dada a elementos específicos variará com o objectivo do inventário. Por exemplo, se o objectivo for o de preparar um *plano de exploração*, deve ser dada maior ênfase à descrição da topografia, descrição da acessibilidade, facilidade de transporte e estimativa da quantidade de madeira. Aos outros elementos podem-se-lhes dar menor

ênfase ou eliminá-los mesmo. Já se o objectivo for a preparação de um *plano de ordenamento e gestão* deve ser dada maior ênfase à estimativa da quantidade de madeira, crescimento e drenagem.

Erros na planificação do inventário florestal podem acarretar perdas de tempo e de dinheiro particularmente graves, já que os defeitos nem sempre são imediatamente advertíveis. Especialmente prejudiciais são os atrasos devido à omissão de dados essenciais para as decisões a tomar. Erros graves no inventário poderão também ocasionar decisões equívocas, cujos efeitos durarão muitos anos (Husch, 1971).

2.1. Planificação do inventário florestal

A preparação de um inventário florestal passa pelo estabelecimento de um *plano de acções e objectivos* antes de se iniciarem os trabalhos. Este plano contemplará todas as facetas do inventário incluindo a *recolha de dados no campo, apoio logístico e financeiro* a todos os elementos intervenientes, *guia de procedimento e normas de recolha de dados e por fim, a execução de um relatório final*. Este relatório técnico, deve constituir a base para a análise crítica dos responsáveis sobre a competência do trabalho de inventário florestal executado.

Como primeiro passo na planificação de um inventário, deve-se obter a informação de base requerida e preparar uma descrição da área a inventariar. Deve-se depois decidir qual a informação que se pretende obter desse inventário. Esta informação pode ser obtida por observações e medições no campo e em fotografia aérea, ortofotomapas e/ou imagens de satélite. As fotografias aéreas e os ortofotomapas são bastante úteis na classificação ou estratificação florestal, pela riqueza do detalhe fotográfico que apresentam, na construção de cartografia temática da ocupação do solo e subsequente estimativa de áreas. O trabalho de campo, medição das árvores e da avaliação de várias características da estação, é empregue para obter informação detalhada sobre as condições da floresta, quantidade e qualidade da madeira (Husch, 1971). É possível realizar um inventário florestal utilizando apenas o trabalho de campo embora este seja menos eficiente. Do mesmo modo, é possível recorrer apenas à fotografia aérea, no entanto, este método originará aproximações rudes da quantidade e qualidade da madeira.

Assim, a título exemplificativo, para a planificação do inventário florestal deveremos considerar os seguintes aspectos:

1. Objectivo do inventário
2. Informação de base

-
- 2.1. Levantamentos passados, relatórios, cartografia, fotografias aéreas, ortofotomapas, etc.
 - 2.2. Indivíduo ou organização responsável pelo inventário
 - 2.3. Fundos disponíveis
 3. Descrição da área a inventariar
 - 3.1. Localização
 - 3.2. Tamanho
 - 3.3. Terreno, acessibilidade, facilidade de transportes
 - 3.4. Características gerais da floresta
 4. Informação requerida no relatório final
 - 4.1. Tabelas e gráficos
 - 4.2. Cartografia, ortofotomapas ou outro material
 - 4.3. Parte narrativa
 5. Esquema de inventário
 - 5.1. Estimativa da área (a partir da fotografia aérea, ortofotograma, cartografia ou medições de campo)
 - 5.2. Determinação da quantidade de madeira (em geral, a partir de modelos de volume, unidades usadas, etc.)
 - 5.3. Tamanho e forma das parcelas de amostragem
 - 5.4. Tipo de amostragem
 - 5.5. Estabelecimento da precisão do inventário
 - 5.6. Intensidade de amostragem para a precisão requerida
 - 5.7. Tempos e custos de todas as fases do trabalho
 6. Procedimentos para a fotointerpretação
 - 6.1. Localização e estabelecimento das unidades de amostragem
 - 6.2. Determinação de informação actual no povoamento, incluindo instruções para a medição de árvores determinadas e características do povoamento coordenadas com o trabalho de campo
 - 6.3. Pessoal
 - 6.4. Instrumentos de medição
 - 6.5. Registo de informação
 - 6.6. Controle de qualidade (verificação da fotointerpretação)
 - 6.7. Determinação de danos causados por pragas, tipos de cobertura florestal, etc. coordenado com o trabalho de campo
 - 6.8. Conversão dos dados e arquivo
 7. Procedimentos para o trabalho de campo

- 7.1. Organização das equipas
- 7.2. Apoio logístico e transporte
- 7.3. Localização e estabelecimento das unidades de amostragem
- 7.4. Determinação do crescimento, danos causados por insectos, mortalidade, tipos de cobertura florestal, área coordenada com o trabalho de fotointerpretação
- 7.5. Instrumentos de medição
- 7.6. Registo das observações
- 7.7. Controle de qualidade (equipa de supervisão)
- 7.8. Conversão dos dados e arquivo
8. Compilação e procedimento de cálculo (metodologias)
 - 8.1. Instruções para as medições em fotografias aéreas e no campo
 - 8.2. Cálculo dos erros de amostragem
 - 8.3. Métodos específicos a usar (p.e, calculadoras programáveis e computadores)
 - 8.4. Descrição de todas as fases desde a recolha dos dados brutos aos resultados finais, incluindo programas.
9. Relatório final

Os fundos disponíveis e o custo do inventário irão influenciar fortemente o esquema de inventário escolhido. O factor principal que afectará os custos são o tipo de informação pretendida, a precisão escolhida, a extensão da área a ser inventariada e o tamanho mínimo da unidade de área para a qual as estimativas são requeridas (Husch, 1971). A informação geral é relativamente pouco onerosa mas os custos aumentam à medida que mais pormenor é pretendido. Do mesmo modo também quanto maior for a precisão pretendida maior será o custo. Os custos por unidade de área decrescerão à medida que aumenta a área do inventário. Se estimativas independentes forem pretendidas em subdivisões da área florestal também irão acarretar mais custos (Husch, 1971).

Embora, o trabalho de campo corresponda ao maior encargo de um trabalho de inventário florestal, também a aquisição de fotografias aéreas, ortofotomapas e imagens de satélite e/ou a construção de cartografia durante o inventário florestal representam um investimento considerável devendo-se, por isso, ter particular atenção na conservação deste material de suporte. As fotografias aéreas, ortofotomapas e imagens de satélite devem conservar-se planas e em pressão, evitando a sua deformação. Os cartografia devem conservar-se colocados na horizontal ou na vertical, nunca enrolados. Os ficheiros

deste material devem ser resistentes ao fogo e ao ataque de roedores e a sua catalogação sistemática e expedita.

Para o trabalho de inventário nas zonas temperadas, equipas de um ou dois trabalhadores são largamente usadas. Pequenas equipas provaram ser satisfatórias já que as estradas são geralmente abundantes (acesso por veículos é bom), o avanço dentro da floresta é relativamente fácil e existe pessoal treinado disponível, necessitando por isso pouca supervisão (Husch, 1971).

Uma regra básica do inventário florestal é preparar instruções completas escritas antes do trabalho de campo começar. De modo a minimizar alterações futuras, as instruções devem ser testadas antes das operações começarem. As instruções devem ser suficientemente claras e também suficientemente específicas de modo a que o julgamento individual no campo das equipas, de como se devem realizar as medições, seja eliminado, não sendo assim permitidas interpretações subjectivas (Husch, 1971).

A ocorrência de erros deve ser mantida ao mínimo. O uso de vários tipos de instrumentos para realizar o mesmo tipo de medições deve ser evitado preconizando-se um conjunto de aparelhos para esse efeito. No sentido de minimizar os erros sistemáticos, os instrumentos devem ser periodicamente aferidos.

Do mesmo modo se deve proceder a uma supervisão das operações de inventário no campo, procedendo a uma remedição de uma certa percentagem das unidades de amostra. Esses resultados devem ser comparados com as medições originais para analisar se o trabalho está a ser realizado de acordo com as normas e critérios estabelecidos (Husch, 1971).

Não existe uma forma normalizada ou sistema de recolha das observações de campo. A maneira como as medições são registadas dependerá em grande escala do modo como estes dados irão ser processados e do objectivo para que o inventário se destina.

Quando se proceda a inventários de carácter nacional ou de qualquer tipo que implique a recolha de dados em propriedade privada, haverá que cuidar especialmente de que aos grupos encarregados das medições no campo se lhes conceda autorização para penetrar nessas propriedades (Husch, 1971).

2.2. Descrição da área a inventariar

Uma base cartográfica sólida e actualizada é muito importante para um inventário florestal, servindo de base para a localização e sistematização das zonas em estudo e para a planificação das acções. Dispondo-se de cartografia de escala grande e com exactidão que permita conhecer os detalhes necessários, a planificação do inventário simplifica-se bastante.

A falta de cartografia de base adequados é o primeiro obstáculo à representação e classificação das zonas florestais, determinação de áreas e valorização da sua qualidade. Os programas de construção de cartografia são desejáveis para que a preparação dos inventários florestais progrida. Quando não se dispõe de cartografia adequada, deve-se prever a preparação desta durante o curso do inventário. A cartografia é e.g. construída por métodos fotogramétricos que recorrem às fotografias aéreas. A fotografia aérea provou ser extremamente útil e de facto tornou-se indispensável para muitos objectivos de levantamentos de recenseamento e elaboração de cartografia.

Estas fotografias podem empregar-se posteriormente para as restantes fases do inventário. É também possível realizar mosaicos fotográficos por montagem das fotografias aéreas, ou ainda, por ortorectificação das fotografias aéreas produzir ortofotomapas. As primeiras informações obtidas a partir da fotografia aérea são a localização e extensão da área florestal. A fotografia aérea fornece uma impressão total de toda a área com grande riqueza de detalhe, o qual permite ao interprete obter informação em gabinete com grande facilidade e custos menores que no campo.

Por outro lado, as técnicas manuais de elaboração de cartografia estão a ser substituídas pela produção de cartografia digital, para a qual muito tem contribuído o desenvolvimento do software SIG (Sistemas de Informação Geográfica). Neste domínio, as imagens de satélite juntamente com as fotografias aéreas, estão a ser utilizadas na construção de cartografia, designadamente, de cartografia temática de ocupação do solo. Os SIG, como ferramenta de análise permitem também a produção de cartografia e, ainda, através da permanente actualização das bases de dados geográficas, a disponibilização de informação actualizada das transformações na ocupação do solo.

O recurso ao GPS (Global Positioning System), outra ferramenta igualmente importante ao nível da elaboração de cartografia da ocupação do solo de pequenas propriedades, tem visto a sua aplicabilidade cada vez mais alargada, quer ao nível da execução de inventários florestais quer ao nível da gestão das áreas florestais.

Quando se dispõe de cartografia *temática da ocupação do solo* ou de ortofotomapas com a classificação dos diversos estratos de ocupação do solo é fácil a

determinação das áreas que ocupam os diversos estratos pelos métodos de determinação de áreas vulgarmente conhecidos, como p.e., recorrendo à medição com o planímetro. No entanto, actualmente, recorrendo quer ao software SIG ou ao software do GPS é possível realizar o cálculo automatizado de áreas a partir de cartografia digital, designadamente das áreas de ocupação dos diferentes estratos florestais e infra-estruturas (p.e., rede viária e aceiros).

Quando não se dispõe de cartografia digital, nem de cartografia temática em papel nem de ortofotomapas, para uma estimativa das áreas de ocupação dos diversos estratos florestais o recurso a processos de amostragem sobre as fotografias aéreas é o procedimento usualmente utilizado, embora menos rigoroso que os anteriores visto que *a fotografia aérea não é nenhum mapa* mas uma imagem descritiva que altera as imagens e as escalas em maior ou menor grau (Husch, 1971). Esta metodologia pressupõe a realização de fotointerpretação para a identificação dos diversos estratos de ocupação do solo e ainda, desde que se disponha da informação precisa da aérea total da zona a inventariar, as áreas dos diversos estratos podem ser estimadas da seguinte forma :

1. usando uma grelha de pontos ou seja uma *distribuição sistemática de pontos numa retícula transparente* que se sobrepõem sobre a área útil da fotografia, e classificando cada um dos pontos do reticulado. A classificação dos pontos assim obtidos, servem de base a uma estratificação, que consiste em reagrupar os pontos classificados, em conjuntos homogêneos, chamados estratos e obtendo o número total de pontos em cada estrato;
2. a estimativa das áreas por estrato será obtida, considerando N o número total de pontos situados no interior da superfície a inventariar e sendo S essa superfície, então a cada ponto corresponderá S/N . Multiplicando o número assim obtido pelo número total de pontos referentes a cada estrato, obtém-se a área de cada um desses estratos. Como é necessário a área total, o método permite calcular na realidade as proporções entre os vários estratos de ocupação do solo.

2.3. Amostragem

Quando a superfície florestal é pequena é possível realizar-se um inventário completo. Esta estimativa é muito exacta e sempre que se trate de povoamentos pequenos, não requer muito tempo nem muito dinheiro. No entanto, o custo do inventário por hectare será muito elevado embora o custo total não seja muito grande. A experiência, em termos de Europa,

diz que basta um grupo de 5 homens para medir de 10 a 15 hectares diariamente de tal forma que o rendimento por homem/dia é de quase 3 hectares.

Em grandes áreas florestais o procedimento atrás exposto apresenta dificuldades insuperáveis já que exige mão de obra muito numerosa, muito tempo e um custo excessivo. Assim, para obviar este aspecto, quase todos os inventários se realizam recorrendo a técnicas de amostragem, ou seja, elegem-se pequenas parcelas de amostra que se considerem como representativas do povoamento fazendo-se depois a extensão para a superfície total da área em estudo. A recolha de dados no campo é realizada por amostragem e a uma dada precisão pré-estabelecida, de acordo com a maximização do binómio custos-benefício.

Os inventários florestais baseados em amostragem apresentam sempre um erro a ela associada. Quanto maior o tamanho das parcelas ou o seu número, o erro médio de amostragem diminui e as estimativas de inventário são mais fidedignas. A precisão de um inventário florestal realizado por amostragem depende da magnitude do erro de amostragem isto sem ter em conta os erros aleatórios ou sistemáticos, já que a exactidão depende da magnitude do erro total. Para que um inventário seja exacto há que prepará-lo com a precisão máxima estipulada e eliminar ao mínimo os erros sistemáticos. Se assim for, poderá ser possível obter resultados muito semelhantes àqueles que se obteriam por inventário exaustivo a um custo muito inferior e em menos tempo (Husch, 1971).

Para obter a informação necessária num inventário florestal há que medir as características das árvores ou do povoamento, seja por intermédio de fotografias aéreas ou directamente no campo, e determinar as áreas e características do terreno em que se encontram essas árvores. Neste domínio, a identificação de espécies apresenta um papel muito importante na maior parte do inventário florestal devido ao diferente valor de utilização das várias espécies e pelos diferentes requisitos específicos em relação ao clima, solo, associação de plantas, tratamentos silvícolas. Assim, a área florestal a inventariar é usualmente subdividida em estratos de acordo com a variedade das principais espécies florestais ou das principais misturas.

Os diferentes tipos de ocupação florestal do solo podem ser identificados na fotografia aérea, por exemplo, considerando diversos elementos observáveis por fotointerpretação naquelas, como sejam, a forma, o tamanho e a sombra das copas das árvores, e ainda, a textura, o padrão e o tom do copado dos povoamentos florestais expresso na fotografia aérea. Também, a localização fisiográfica em que se desenvolvem os povoamentos florestais e o conhecimento da associação vegetal ajudam à identificação das diferentes espécies. No entanto, a identificação de espécies florestais, a partir da fotografia aérea, baseada unicamente na sequência das características apontadas,

continua a não ser totalmente de confiança para objectivos de inventário florestal, requerendo considerável treino de campo para obter um conhecimento local das características florestais da região.

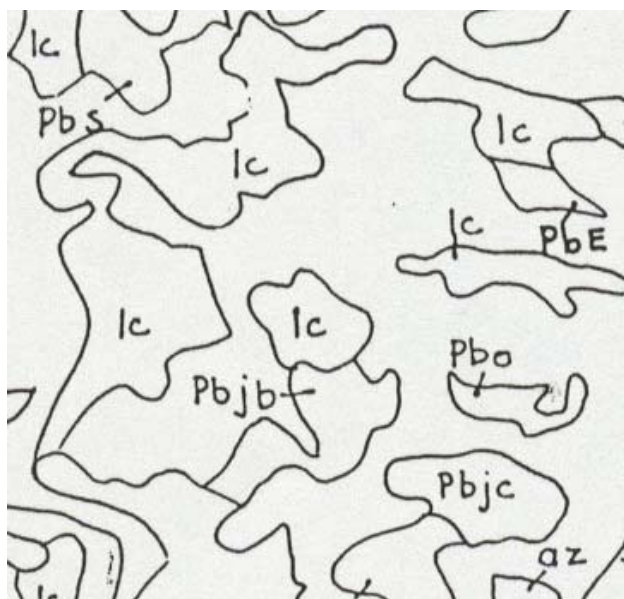
2.3.1. Estratificação

Para a classificação florestal deve adoptar-se um sistema uniforme de classificação que permita dividir as matas em classes ou estratos. Um sistema de classificação dos estratos é essencial para um inventário pois que permite subdividir uma mata heterogénea em unidades mais pequenas e mais homogéneas e mais facilmente manejáveis (Husch, 1971). Esta subdivisão ou estratificação permitirá uma amostragem mais eficaz e a preparação de cartografia que indiquem as diferentes condições necessárias do ponto de vista florestal e de aproveitamento da terra para a exploração das zonas florestais.

As fotografias aéreas são de uma ajuda fundamental na estratificação para efeitos de inventário florestal, embora tenha as suas limitações por razões técnicas e naturais, é no entanto mais rápida e em muitos casos mais segura que se realizada no campo. Poder-se-á conseguir uma precisão maior combinando a classificação baseada em fotografias com a verificação no campo. A estratificação incluirá definições dos terrenos florestais e não florestais, dos bosques acessíveis e inacessíveis e de outras classes baseadas na composição das espécies e na sua utilidade para a exploração florestal (Husch *et al.*, 1982).

Cada classe em que se vão subdividir as matas deve representar uma condição relativamente homogénea que se possa definir em termos específicos. O ideal seria que os critérios de diferenciação, além de poderem ser reconhecíveis através de fotografia aérea, fossem facilmente identificáveis no campo. Ao preparar um sistema de classificação deve fixar-se a zona de extensão mínima que há que reconhecer. Quando se recorra à fotografia aérea, a escala da fotografia influenciará na sua escolha já que o poder de definição desta será um factor limitante (Husch, 1971).

O tipo de características que mais frequentemente se usam nas classificações são: as características topográficas, os tipos florestais, a densidade dos povoamentos, a altura, dos povoamentos e a idade dos povoamentos (Husch, 1971).



Legenda: lc - inculto; Pbo - povoamento puro regular de pinheiro bravo na fase de novédio e nascedio; Pbjb - povoamento puro irregular de pinheiro bravo com área de ocupação entre 10 e 40 %; Pbjc - povoamento puro irregular de pinheiro bravo com área de ocupação entre 40 e 60 %; Pbs - pinheiro bravo disperso com área de ocupação inferior a 10%; PbE - povoamento misto dominante de pinheiro bravo e eucalipto.; az - Pbjb - povoamento puro de azinheira.

FIGURA 2.1. Área florestal estratificada em diferentes áreas - Inventário Florestal 1974

2.3.2. Amostragem convencional por parcelas e amostragem de probabilidade proporcional ao tamanho da amostra

As técnicas actuais permitem-nos escolher entre o uso de unidades de amostra de superfície fixa (parcelas) e o uso de unidades de amostragem de superfície variáveis (pontos de amostragem). Os sistemas convencionais por parcelas elegem uma parcela de forma e tamanho determinados. O sistema de unidades de amostragem de superfície variáveis é uma aplicação da amostragem de probabilidades proporcional ao tamanho. Neste sistema não se estabelecem parcelas de área fixa mas sim uma série de pontos de amostra, em cada um dos quais se verificam depois as árvores para ver se se devem escolher como amostras, segundo a superfície da secção transversal e a sua distância ao ponto de amostragem. Este é o procedimento comum usado no método de pontos de estação proposto por Bitterlich que tem como princípio base o estabelecimento de um ângulo crítico que permite classificar as árvores como contadas ou não contadas e assim estabelecer a selecção das árvores que vão ser amostradas.

Deve reconhecer-se que o método dos pontos de amostragem tem duas vantagens principais sobre o das parcelas: em primeiro lugar não há que fixar limites das parcelas e em segundo lugar as árvores do povoamento amostram-se proporcionalmente à sua área

basal. Porém, este método exige, quase sempre, pessoal mais especializado e treinado do que aquele que requerem os métodos das parcelas.

No método das parcelas estas podem adoptar diversas formas: *circulares, quadradas e rectangulares*. As parcelas circulares têm a vantagem de serem definidas com uma só dimensão, o raio, porém tem o inconveniente de que os seus limites são curvas e por conseguinte, mais difíceis de marcar. Nas parcelas quadradas ou rectangulares este inconveniente desaparece (Husch, 1971). Como caso particular de uma parcela rectangular podemos considerar as bandas.

Deve-se escolher a forma e extensão da parcela de forma que proporcione a informação desejada ao menor custo. Uma norma ao eleger o tamanho da parcela é de que esta *contenha um número de árvores representativas*, sem que ao mesmo tempo seja demasiadamente extensa, para que não ocupe demasiado tempo. Por exemplo, pode-se partir da base de que as parcelas devam conter *pelo menos 30 árvores em condições de serem medidas* e então escolher o tamanho da parcela segundo as condições florestais de modo a obter esse número.

2.3.3. Tipos de Amostragem

Após realizada a estratificação da área florestal da região ou propriedade a inventariar, os estratos da espécie em estudo devem ser identificados para a aplicação de um esquema de amostragem. Independentemente do esquema de amostragem pode-se optar por recorrer ou a parcelas de área fixa ou a pontos de amostragem para efeitos de concretização da recolha de dados no campo. A selecção dos locais de amostragem pode ser realizada, essencialmente, de acordo com dois tipos de amostragem:

- ❑ aleatória (casual ou probabilística) ou
- ❑ amostragem não aleatória.

A *amostragem aleatória* é uma aplicação prática do cálculo de probabilidades. Neste tipo de amostragem as unidades de amostra que hão-de medir-se escolhem-se ao acaso. Na teoria da amostragem aleatória com probabilidade de selecção iguais, cada unidade de amostra deve ter a mesma probabilidade de ser elegida. Se se cumprir esta condição pode-se demonstrar que a média de um grande número de unidades é uma boa aproximação do valor verdadeiro da média do povoamento. Além de que se se conhecer a variância ou se se puder calcular com uma razoável aproximação, pode-se também

calcular com antecedência o número de unidades de amostra que se devem examinar para se obter um resultado de uma determinada precisão.

Dentro da *amostragem não aleatória* destacam-se a amostragem selectiva e a amostragem sistemática. A *amostragem selectiva* é usualmente utilizada no âmbito da recolha de dados para efeitos da construção de modelos de forma a assegurar a variabilidade de representação de condições existentes na área em estudo. A *amostragem sistemática*, tal como se aplica ao inventário florestal, é a medição das características florestais por intermédio de unidades de amostragem distribuídas de acordo com um *modelo fixo*.

Ambas as amostragens aleatória e sistemática ocupam pois um lugar importante na preparação dos reconhecimentos florestais. Na concretização da selecção dos locais de amostragem, independentemente do tipo de amostragem a aplicar, pode-se recorrer ao uso de uma quadrícula a sobrepôr sobre a carta de ocupação do solo, do ortofotomapa ou da fotografia aérea situando-se os fopontos/unidades de amostra nas intersecções dessas linhas ou seja nos vértices dos quadrados ou alternativamente, e de forma mais simples, recorrendo a uma *grelha de pontos* para a selecção dos fopontos/unidades de amostra.

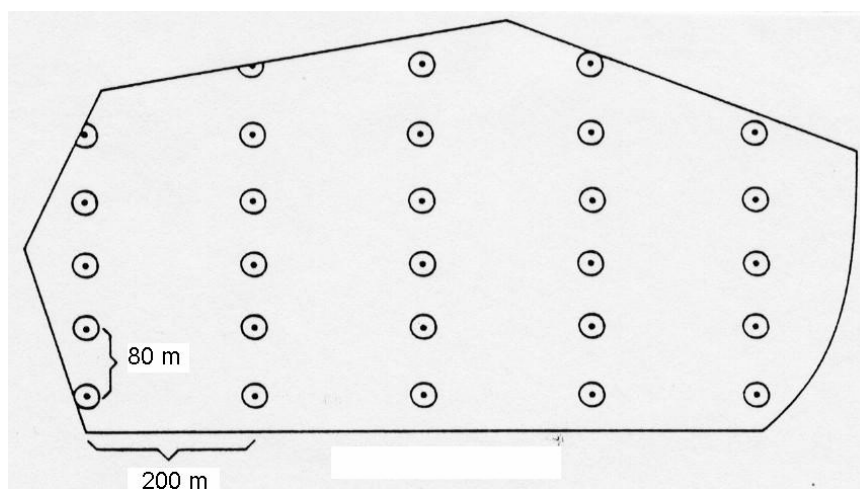


FIGURA 2.2. Grelha de pontos (Husch *et al.*, 1982)

Um inventário florestal que use a amostragem aleatória requer cartografia de ocupação do solo, ortofotomapa ou fotografia aérea da área a inventariar para identificação dos fotopontos classificados no(s) estrato(s) da(s) espécie(s) em estudo, seja por meio do uso de uma quadrícula ou de uma grelha de pontos e subsequente casualização destes para a selecção das unidades de amostragem a concretizar no campo através da instalação de parcelas de área fixa ou através da localização de pontos de amostragem (Husch, 1971).

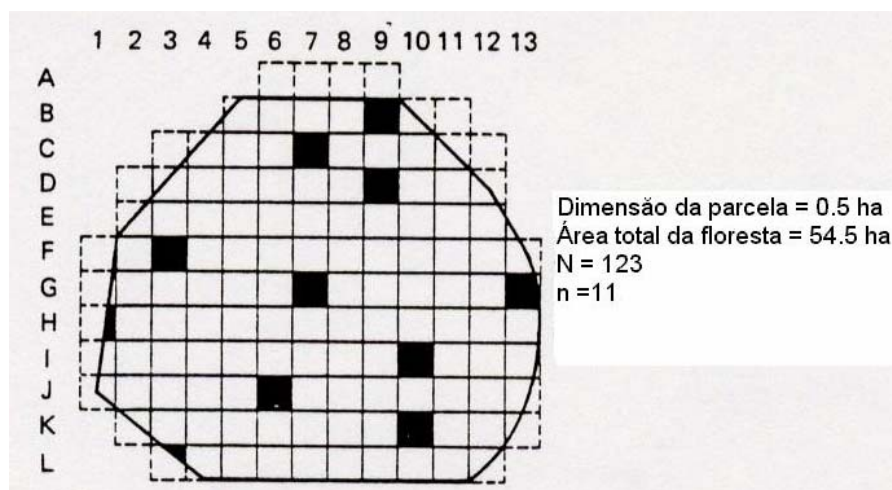


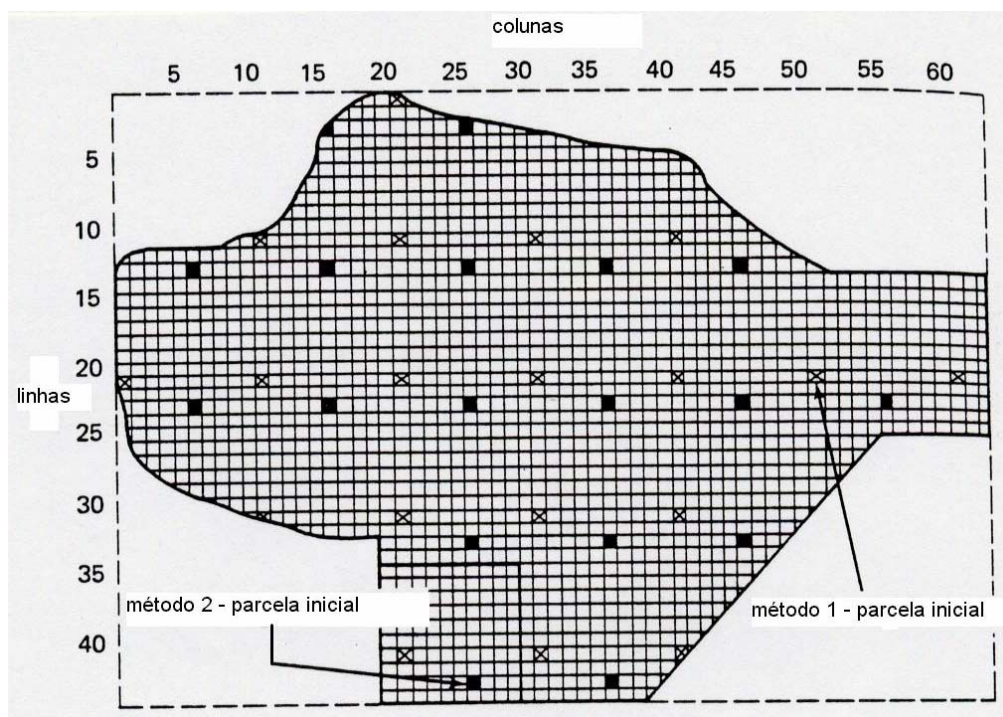
FIGURA 2.3. Exemplo de um esquema de amostragem aleatória recorrendo à quadrícula (Husch *et al.*, 1982)

A amostragem aleatória tem a vantagem de carecer de erros sistemáticos e permitir o cálculo da precisão das estimativas a realizar. Este tipo de amostragem, no entanto, também, apresenta algumas desvantagens:

- requer um sistema para casualização dos pontos ou parcelas de amostra;
- poder existir alguma dificuldade em localizar as unidades de amostragem seleccionadas amplamente dispersas no campo;
- consumir tempo não produtivo na deslocação entre unidades de amostra;
- existir a possibilidade de uma distribuição anormal das unidades de amostra o que pode resultar numa estimativa atípica da média, desvio padrão e outras medições.

Uma aplicação do uso da quadrícula, no âmbito da amostragem sistemática, sobre uma propriedade florestal homogénea, pode ser implementada, após identificação no terreno de um ponto de partida, identificando os locais das unidades de amostragem de

forma recorrente seguindo a *orientação das linhas da quadrícula de acordo com a escala da carta de ocupação do solo, do ortofotomapa ou da fotografia aérea utilizada*. Alternativamente, também se poderá recorrer a uma *grealha de pontos* para a selecção das unidades de amostragem de acordo com um modelo fixo, p.e. de 5 em 5 fotopontos elege-se um como unidade de amostra a concretizar no terreno. Pode-se introduzir à amostragem sistemática um elemento aleatório, porém neste caso terá que se recorrer a métodos especiais para o cálculo do erro de amostragem. Por exemplo, podem-se fazer dois ou mais inventários na mesma zona, utilizando pontos iniciais de partida independentes e aleatórios.



Legenda: - método 1 - parcela inicial seleccionada por números aleatórios (linha 21, coluna 51); parcelas subsequentes segundo um modelo fixo de 10 em quadrículas segundo a linha e coluna.
- método 2 - parcela inicial seleccionada por números aleatórios (linha 43, coluna 26); parcelas subsequentes segundo um modelo fixo de 10 em quadrículas segundo a linha e coluna.

FIGURA 2.4. Exemplos de esquemas de amostragem sistemática recorrendo à quadrícula (Husch *et al.*, 1982)

Convêm no entanto, referir que quando se aplica um esquema de amostragem sistemática por quadrícula ou por grealha de pontos, a uma áreas mais extensas e diverficadas como uma região embora utilizando-se um modelo fixo para a eleição da unidades de amostragem, a sua localização no terreno não poderá ser recorrente dada à sua dispersão.

Outro exemplo de aplicação da amostragem sistemática é realizar o reconhecimento uma propriedade florestal ou mesmo de uma região mais vasta seguindo linhas paralelas equidistantes traçadas de um extremo ao outro da zona a amostrar situando-se nessas linhas as unidades de amostragem de acordo com uma cadência fixa. Os erros sistemáticos neste tipo de amostragem são normalmente insignificantes se as unidades de amostragem seleccionadas contemplarem as diferentes condições de crescimento e variabilidade da área florestal. Devendo, por isso, a *linhas serem traçadas perpendicularmente ao relevo topográfico ou aos principais cursos de água*, o que de contrário provocariam erros importantes.

A intensidade de amostragem por linhas de avanço dependerá da distância estabelecida entre linhas e da distância na linha para a localização da unidades de amostragem. Nos reconhecimentos *intensivos* por linhas de avanço a distância entre linhas varia entre os 200 e os 400 m. Nos reconhecimentos *extensivos* a distância entre linhas pode ir de distâncias de 1 a 10 Km. O tamanho da parcela mais vulgarmente utilizado varia de 100 m² a 400 m², podendo as parcelas serem circulares, quadradas ou rectangulares. Pode dizer-se que a escolha do tamanho e forma da parcela mais adequados poderá influir consideravelmente na precisão do reconhecimento. A experiência demonstra que *uma só equipe pode percorrer no máximo 10 Km de linha por dia, em boas condições*, no entanto este ritmo não pode manter-se como média. Por oposição, as dificuldades que se apresentam em algumas florestas tropicais, reduzem o percurso para menos de 1 Km por dia.

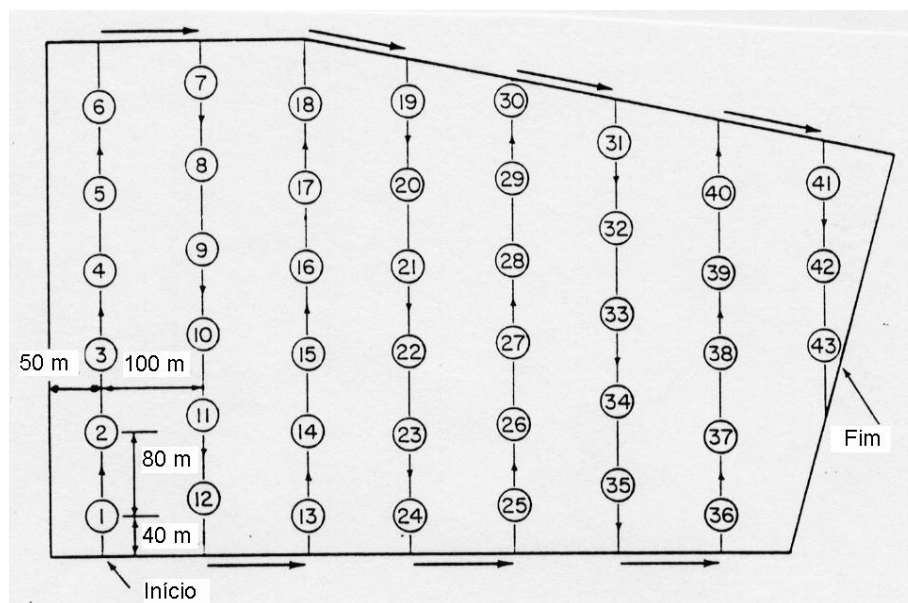


FIGURA 2.5. Exemplos de esquemas de amostragem sistemática - linhas de avanço (Husch *et al.*, 1982)

É também possível recorrer-se a *bandas de avanço*, no entanto, este método tem sido largamente substituído pelo das linhas. Neste tipo de reconhecimento há que estabelecer a largura e o espaçamento das bandas, consoante a intensidade de amostragem que se pretenda. No entanto, usando o método das linhas de avanço com parcelas bem espaçadas, podem-se obter estimativas com a mesma precisão que com os reconhecimentos por bandas de tipo análogo, com um número bastante menor de medições efectuadas.

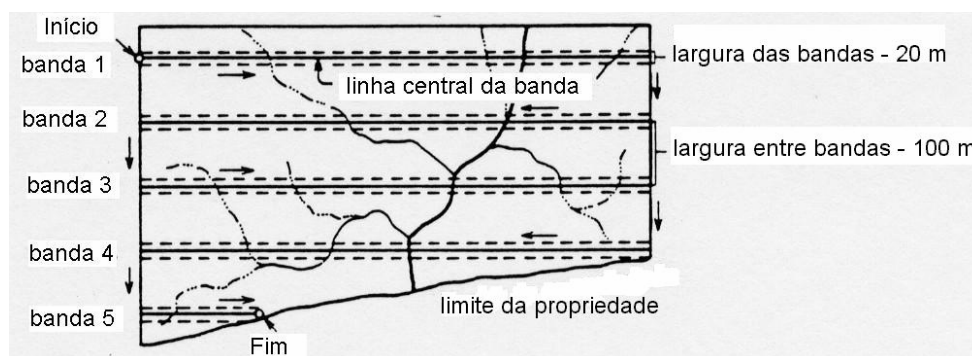


FIGURA 2.6. Exemplos de esquemas de amostragem sistemática - bandas (Husch *et al.*, 1982)

Comparando as amostragens sistemática e aleatória, ambos os tipos de amostragem têm as suas vantagens e desvantagens. A amostragem aleatória elimina os erros sistemáticos além de que permite calcular o erro de amostragem. A amostragem sistemática, ao contrário, fornece em geral estimativas mais exactas para igual número de amostras, porque as unidades de amostra se apresentam melhor distribuídas na mata.

O principal inconveniente da amostragem sistemática é o facto de não estar baseada no cálculo das probabilidades, não permitindo calcular o erro de amostragem. Na prática, têm-se analisado muitas amostras obtidas por amostragem sistemática usando fórmulas da amostragem aleatória, o que é sempre possível desde que se tenha presente o carácter aproximativo da improvisação. De facto, se a amostragem sistemática for efectuada devidamente, o cálculo dará uma aproximação do erro máximo de amostragem (não do erro médio como na amostragem aleatória). Essa amostragem sistemática proporcionará normalmente uma melhor estimativa da média que a amostragem aleatória comparável.

Quando todos os dados do inventário se obtenham exclusivamente mediante reconhecimentos no campo, para a estratificação preliminar da mata deve adoptar-se a amostragem sistemática. Esta resultará relativamente cara, no entanto, realizará um exame completo da mata.

A amostragem sistemática, do ponto de vista dos custos é particularmente indicada para os inventários intensivos por proporcionar uma cobertura completa da área a inventariar. No caso dos inventários extensivos e de baixo custo a sua aplicação implicará uma má cobertura da área a inventariar. Por outro lado, se área for extensa acarretará grandes gastos em tempos de percurso e conseqüente custo do inventário. Por estas razões, os inventários realizados em grande escala baseiam na estratificação da ocupação do solo através de fotointerpretação de fotografia aérea ou de ortofotomapas para identificação dos estratos florestais a inventariar, procedendo depois a uma amostragem limitada a cada estrato.

Nos inventários que combinam ambos os procedimentos, as fotografias aéreas e o recorrido ao campo podem utilizar-se na amostragem sistemática ou na amostragem aleatória, embora neste último se utilize mais: uma vez elegidos os pontos nas fotografias, classificam-se, e depois são visitados. Realizando posteriormente uma sub-amostragem por selecção aleatória, para proceder a uma análise mais intensiva das condições florestais.

Convém salientar a existência de outros procedimentos de amostragem mais complicados que se têm revelado muitas vezes úteis nos inventários florestais, como p.e. a amostragem multietapas e a amostragem multifásica (Husch, 1971).

Na *amostragem multietapas* a população consiste de uma lista de unidades de amostragem (1ª etapa), que são depois subdivididas em unidades mais pequenas (2ª etapa), que por seu turno podem ser subdivididas ainda em unidades menores (3ª etapa) e sucessivamente. O procedimento vai-se efectuando por sucessiva casualização das unidades nas várias fases consecutivas. Por exemplo,

1ª etapa - seleccionam-se M unidades de amostra sobre um determinado povoamento ou estrato de uma área florestal;

2ª etapa - no conjunto das M unidades seleccionam-se m unidades que irão corresponder às parcelas num determinado povoamento ou estrato;

3ª etapa - no conjunto das m unidades seleccionam-se n unidades que correspondem às árvores amostra dentro da parcela.

Na *amostragem multifásica* utilizam-se as mesmas unidades de amostra nas suas diferentes fases, contrariamente ao anterior, em que as unidades de amostra se classificam em ordem descendente. A amostragem multifásica aplica-se, correntemente, nos inventários florestais de grandes extensões, utilizando fotografias aéreas. Por exemplo,

1ª fase - pode examinar-se estereoscopicamente um número bastante grande de pontos de amostra nas fotografias e classificá-los como povoamento florestal ou não;

2ª fase - pode eleger-se uma sub-amostra desses pontos de interpretação fotográfica como centro de parcelas, para uma segunda interpretação fotográfica detalhada;

3ª fase - pode eleger-se uma sub-amostra dessas parcelas fotográficas para as medições no campo.

Quando na concretização da localização das unidades de amostragem no terreno estas se situem nos *limites da área florestal* ou de um estrato florestal podem-se recorrer a diversas estratégias de compensação.

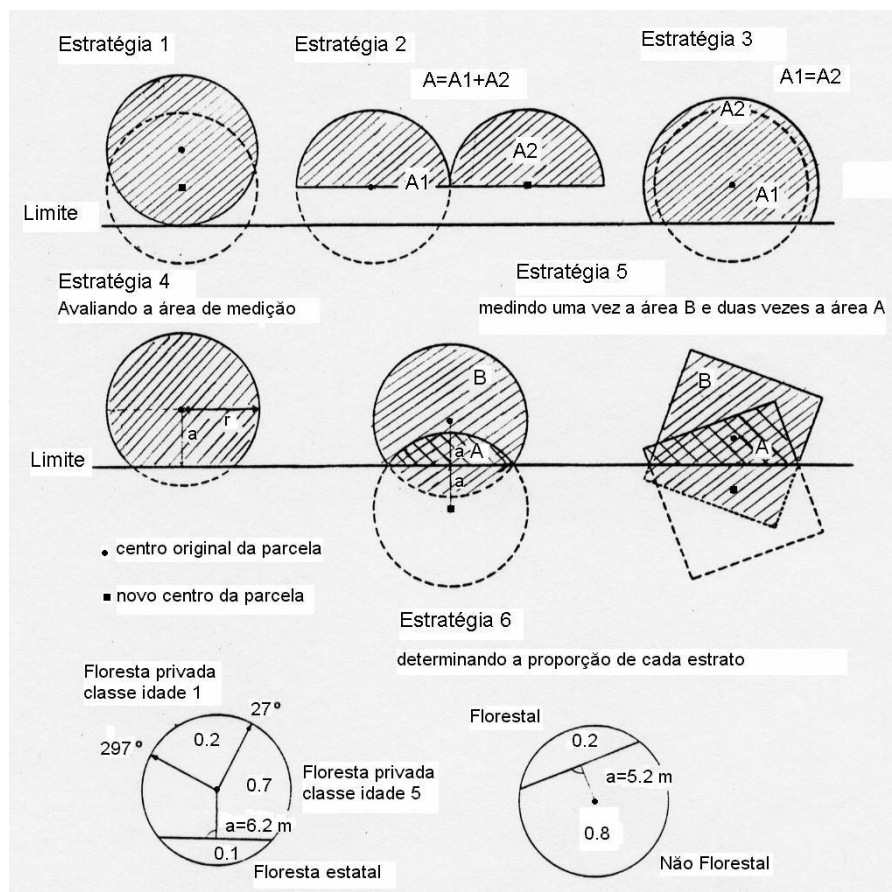


FIGURA 2.7. Instalação de parcelas em bordadura florestal (Loetsch *et al.*, 1973)

2.3.4. Intensidade de amostragem

Existem métodos estatísticos para a determinação da intensidade de amostragem necessária para que o inventário tenha a precisão desejada, quando se trata da amostragem aleatória. Para a amostragem sistemática estes métodos estatísticos fornecem apenas uma informação útil e aproximada.

Admite-se, em geral, que o melhor procedimento para determinar a intensidade de amostragem consiste em fixar o número de parcelas necessárias para determinados limites de precisão. Estes limites devem representar a precisão suficiente para o uso a que se destina a informação. Nesse sentido há que decidir-se qual a magnitude aceitável para o erro de amostragem. Assim como, ter uma ideia da variância da população a amostrar. Se não se dispor dessa informação, pode-se obtê-la calculando a variância de uma pequena amostra preliminar tomada para esse propósito. E decidir também o nível de confiança que se vai trabalhar.

Outras vezes, a limitação dos fundos disponíveis poderá exigir um número fixo de parcelas. Assim, o número de unidades de amostra a considerar para a realização um inventário florestal pode decidir-se de duas maneiras:

- ❑ calcular o número de parcelas necessárias para que a probabilidade e o erro de amostragem sejam tolerantes;
- ❑ fixar uma determinada intensidade de amostragem ou número de unidades de amostra, antes do início do trabalho de campo. Este número pode decidir-se em função do tempo e dinheiro disponíveis, concede-se menos importância à precisão desejada.

Nos dois casos, se o número de unidades amostra que se fixa se estabeleceu tendo em conta um erro de amostragem e uma probabilidade determinadas, os resultados efectivos do inventário estarão compreendidos, em geral, dentro dos limites aceitáveis. Quando o erro de amostragem ultrapassa o limite aceitável é indicação de que a amostra era demasiado pequena. Quando não se tenha fixado previamente a precisão de estimativa do número de unidades de amostra, o cálculo do erro de amostragem efectivo pode dar resultados inesperados, umas vezes erros muito grandes outras vezes muito pequenos.

Para se obter estimativas para uma determinada precisão previamente fixada, visto que o número de unidades de amostra a eleger numa população, depende da variabilidade das características que esta apresenta, este deverá ser relativamente grande quando a variabilidade é grande. Se a variabilidade de condições for pequena, então, o número de

unidades de amostragem pode reduzir-se muito. O mais correcto, quando existir grande variância de características é dividir os povoamentos ou área em estudo em estratos, nos quais a variância seja relativamente pequena, podendo-se assim obter uma estimativa satisfatória das condições de cada estrato através de um número pequeno de unidades de amostra. Sendo possível classificar a zona florestal antes de se iniciar a amostragem, pode-se amostrar cada classe ou estrato independentemente, permitindo variar a intensidade de amostragem dentro de cada uma destas, assim como, o esquema de amostragem.

Os diferentes estratos nos quais a floresta pode ser dividida podem apresentar uma forma irregular de vários tamanhos e de importância variada. De um modo geral, a estratificação apresenta as seguintes vantagens:

- ❑ estimativas separadas das médias e variâncias para cada estrato;
- ❑ para uma determinada intensidade de amostragem, a estratificação oferece uma estimativa mais precisa dos parâmetros da floresta, dado existir uma maior homogeneidade dentro de cada estrato do que na população total.

A sua principal desvantagem é a de necessitar de se conhecer a área de cada estrato e as número de unidades de amostra a serem seleccionadas em cada estrato, se uma estimativa para esse estrato for necessária. Quando se realiza uma estratificação, poderá haver estratos que apresentem uma maior variabilidade e que necessitem de ser mais intensamente amostrados seleccionando-se, assim, um número de unidades de amostra variável por estrato. Se as diferenças de variabilidade são insignificantes o número de unidades de amostra por classe ou estrato podem ser proporcionais à superfície ou volume da classe ou estrato.

Quando se desconhece a extensão total da área a inventariar ou das diversas classes florestais e, por conseguinte, muito menos se conhece previamente o número total de unidades amostra nestas, deve utilizar-se uma amostragem sistemática para a selecção das unidades de amostra.

2.3.5. Amostragens repetidas no inventário florestal

Amostragens repetidas ou em ocasiões sucessivas em termos de inventário florestal tem dois objectivos principais:

- ❑ estimar quantidades e as características da floresta presentes no 1º e no 2º inventários.
- ❑ estimar as mudanças durante o período interveniente.

O processo de repetição pode ser continuado. As repetições de amostragem podem ser realizadas de uma das quatro maneiras apresentadas:

- ❑ nova amostragem em cada inventário.
- ❑ mesma amostragem com medições repetidas em ocasiões sucessivas.
- ❑ amostragem repetida com sobreposição parcial.
- ❑ amostragem no segundo inventário com sub-amostragem do primeiro.

2.4. Procedimentos para o trabalho de campo

As fases de um inventário constituídas pelas operações sobre o terreno exigem uma organização cuidadosamente projectada. O número, tamanho e organização das equipas de campo varia muito segundo os procedimentos de amostragem seguidos, das condições das matas e do trabalho e nalguns casos da tradição. Como já se afirmou atrás, nas zonas temperadas, em geral, utilizam-se *equipas de 2 ou 3 homens*, já que a acessibilidade é quase sempre fácil por haver muitos caminhos que permitem o acesso às matas e existem também técnicos treinados neste serviço.

Qualquer que seja o número de elementos que componham a equipe e a distribuição de tarefas, é indispensável dar *instruções claras e concretas a cada membro*, para que seja com precisão qualquer que seja a sua missão e a sua responsabilidade. Aos membros da equipe que tenham que realizar trabalhos mais especializados, as *instruções ser-lhe-ão dadas por escrito, de forma a que não originem dúvidas*.

Antes de se iniciar o trabalho de campo e elaboradas as *instruções escritas*, os *métodos de trabalho devem ser ensaiados* a fim de que as alterações convenientes a fazer, e que são sempre susceptíveis de originar confusões, se reduzam ao mínimo. Ao preparar-se as instruções, procurar-se-á eliminar os critérios individuais sobre o lugar e a forma em como se devem realizar as medições. O objectivo deve ser unificar completamente o

trabalho de forma a que as medições mereçam a máxima confiança qualquer que seja a pessoa que haja efectuado o trabalho. As faltas ou erros aleatórios devem reduzir-se ao mínimo. Tenha-se sempre presente que num inventário que se baseia na amostragem de uma percentagem da população, os resultados totais se obtêm amplificando a estimativa média por unidade de amostra ou de superfície de área. Por conseguinte, *os pequenos erros que se cometem aumentarão enormemente ao obter-se os resultados totais*. A única forma de eliminar estes erros é prestar a máxima atenção aos procedimentos de medição em todas as fases do trabalho de campo.

Deve-se evitar também que se façam medições do mesmo tipo com diferentes tipos de instrumentos. Para evitar erros sistemáticos devem submeter-se os aparelhos a verificações periódicas. Deve-se fixar, também, a precisão que há que ter com cada uma das variáveis a medir. Esta deverá vir indicada nas instruções referentes ao uso de cada um dos aparelhos.

Os trabalhos de campo requerem um *procedimento de verificação*. Isto significa que uma certa proporção das unidades de amostra terão que se medir novamente. Os resultados destas novas medidas devem ser contrapostos com os originais de modo a ver se satisfazem as condições exigidas. Se forem encontradas diferenças significativas importa averiguar imediatamente as suas causas antes de prosseguir o trabalho.

2.4.1. Localização e instalação das unidades de amostragem

A localização das unidades de amostragem no terreno é realizada com o apoio da carta militar e da fotografia aérea ou do ortofotomapa onde se encontram marcados os fotopontos que foram seleccionados como unidades de amostragem a concretizar no terreno. Os fotopontos marcados na fotografia aérea ou no ortofotomapa, em geral, resultam da aplicação de um esquema de amostragem sobre os resultados da fotointerpretação, i.e. nos estratos florestais sobre os quais incide o inventário.

Quando não se dispõe de cartografia actualizada a aproximação no terreno ao fotoponto assinalado na fotografia aérea pressupõe a determinação do Norte e escala da fotografia na proximidade do fotoponto para a progressão no terreno e localização exacta da unidade de amostragem.

Na determinação da escala da fotografia aérea há que considerar que a *escala que a fotografia aérea apresenta é uma escala média* determinada em função da altura de voo e distância focal da câmara fotográfica, no entanto, torna-se necessário obter a *escala na proximidade de um fotoponto* na medida que existem variações de escala dentro da

fotografia originadas quer pelos desfazamentos da própria fotografia quer pelas variações de altitude do terreno.

A escala da fotografia aérea na proximidade de um fotoponto pode ser obtida:

- através da determinação das relações entre escalas da fotografia aérea e da *carta militar* ou
- através de medições conjugadas na fotografia aérea e no *terreno*.

Na primeira situação há que localizar a carta militar que contém a área impressa na fotografia aérea. A partir da identificação de pares de pontos notáveis comuns na fotografia aérea e na carta militar e na proximidade do fotoponto, medem-se as distâncias entre os pontos correspondentes na fotografia e na carta, respectivamente, df e dm . Aplicando a fórmula que se segue, obtém-se a escala da fotografia na proximidade do fotoponto.

$$\frac{dm}{df} = \frac{Em}{Ef}$$

onde, Em - escala da carta militar, i.e. 1/25000;

Ef - escala da fotografia aérea que será próxima de 1/15000.

Ou seja,

$$\frac{dm}{df} = \frac{1}{\frac{25000}{X}}$$

$$X = \frac{dm \times 25000}{df}$$

sendo, a escala da fotografia aérea $1/X$.

Outra possibilidade de determinação da escala da fotografia aérea na proximidade de um fotoponto é através de medições conjugadas na fotografia aérea e no *terreno*. Através da determinação das distâncias de pontos notáveis comuns na fotografia aérea e no terreno na proximidade do fotoponto, medem-se as distâncias entre os pontos correspondentes na fotografia e no terreno, respectivamente, df e dt . Aplicando a seguinte relação de proporcionalidade obtém-se a escala da fotografia na proximidade do fotoponto,

$$\frac{df}{1} = \frac{dt}{X}$$

$$X = \frac{dt}{df}$$

sendo, a escala da fotografia aérea $1/X$.

A medição das distâncias no terreno devem ser corrigidas para o plano horizontal de forma a eliminar o efeito da inclinação do terreno. A conversão da medição de distâncias em terreno inclinado para o plano horizontal é possível através da medição da inclinação do terreno (usando um clinómetro) e recorrendo à seguinte fórmula:

$$dist_j = \frac{dist_h}{\cos i}$$

onde, $dist_j$ - distância em terreno inclinado;

$dist_h$ - distância referida no plano horizontal;

i - inclinação do terreno em graus.

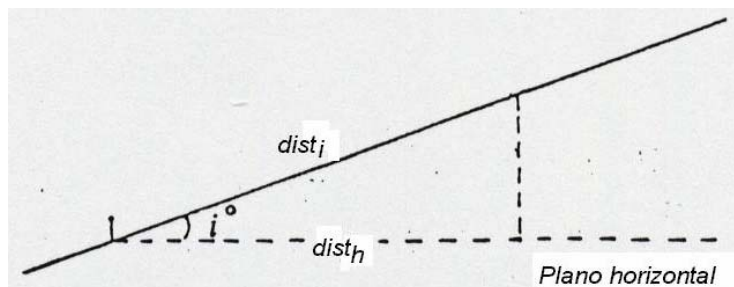


FIGURA 2.8. Correção da inclinação do terreno

A *determinação do Norte* da fotografia aérea pode ser, à semelhança do processo anterior, conseguida de acordo duas abordagens:

- ❑ com o apoio da carta militar ou
- ❑ com a determinação de azimutes no terreno.

Recorrendo à *carta militar*, torna-se necessário corrigir o Norte Cartográfico da *declinação magnética* para obter o Norte Magnético. As cartas militares estão referenciadas com o Norte cartográfico. Podem considerar-se três tipos de azimutes consoante a linha de referência considerada, ou seja azimute geográfico, azimute magnético e azimute cartográfico que correspondem respectivamente aos ângulos medidos a partir do Norte

geográfico, Norte magnético e Norte cartográfico. Define-se declinação magnética o ângulo formado pelas direcções dos Nortes geográfico e magnético. e declinação magnético-cartográfica o ângulo formado pelas direcções dos Nortes cartográfico magnético. Define-se convergência de meridianos o ângulo formado pelas direcções dos Nortes geográfico e cartográfico.

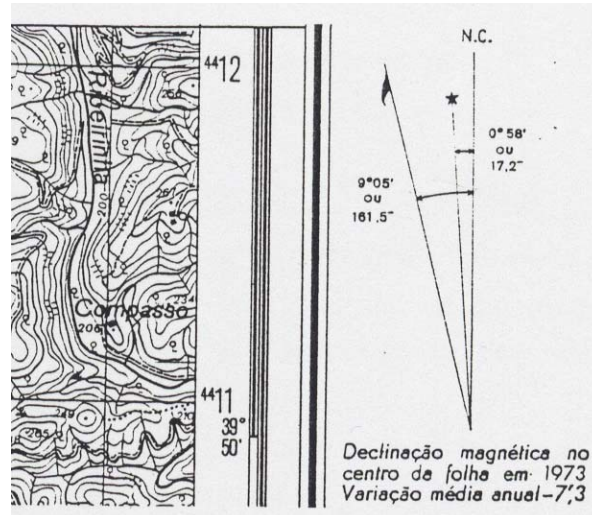


FIGURA 2.9. Diagrama da declinação magnética

Assim, recorrendo à *carta militar*, o primeiro passo é corrigir o Norte Cartográfico da *declinação magnética* e obter o Norte Magnético. Para a efeito, multiplica-se o número de anos que decorreram, desde a data que consta do diagrama da declinação magnética até à data actual, pelo valor da intensidade de variação média anual da declinação. O valor obtido deve ser descontado ao valor que consta do diagrama da declinação magnética.

Com o transferidor corrige-se o Norte Cartográfico daquele valor final obtendo-se o Norte magnético na carta. Em seguida há que o transferir para a fotografia aérea. Para isso, recorre-se a pares de *pontos notáveis comuns na fotografia aérea e na carta*. Determina-se o azimute magnético do alinhamento dos pontos notáveis na carta. Esse valor será também o azimute magnético do alinhamento dos pontos notáveis na fotografia aérea. Com a ajuda do transferidor a partir do azimute magnético do alinhamento marca-se o Norte magnético da fotografia aérea.

Recorrendo à medição de *azimutes magnéticos de alinhamentos de pares de pontos notáveis comuns na fotografia aérea e no terreno*. Determina-se o azimute magnético do alinhamento dos pontos notáveis no terreno com a bússola. Esse valor será também o azimute magnético do alinhamento dos pontos notáveis na fotografia aérea. Com

a ajuda do transferidor a partir do azimute magnético do alinhamento marca-se o Norte Magnético da fotografia aérea.

Após definida a orientação do Norte magnético na fotografia aérea e determinada a escala da fotografia aérea na proximidade do fotoponto, por um dos processos atrás descritos, i.e. ou por medições conjugadas na fotografia aérea e na carta militar ou por medições conjugadas na fotografia aérea e no terreno, é possível elegendo um ponto de partida o mais próximo possível do fotoponto e o próprio fotoponto traçar o alinhamento destes dois pontos na fotografia aérea para o cálculo do percurso a realizar, ou seja da distância horizontal a percorrer no terreno e respectivo rumo a seguir para a localização do fotoponto.

A localização geográfica do fotoponto também poderá ser obtida por georeferenciação a partir de bases geográficas e do GPS.

2.4.2. Pessoal, qualificação e apoio logístico

A execução de um projecto de inventário florestal, com os trabalhos necessários, de gabinete ou de campo, com frequência em zonas distantes e em condições difíceis, requer uma boa organização. É de primordial importância a selecção e instrução do pessoal que realizará tarefas desde a aplicação de complicados conceitos estatísticos até ao trabalho físico, por vezes árduo, das medições e desbravamento para o avanço dentro da mata. A equipe de verificação deve ser composta de pessoas bem treinadas e que ofereçam as máximas garantias.

Convém salientar que o uso das *fichas de campo* deve fazer parte das instruções relativas aos *procedimentos de medição e registo* dos dados resultantes. Deve dar-se uma *breve descrição indicando a forma de inscrição dos dados*.

Os planos para o cálculo das medições efectuadas no campo e a compilação dos dados da fotointerpretação devem fazer-se sempre que se possa, antes de começar o trabalho sobre o terreno ou a interpretação fotográfica. Ou seja, ao mesmo tempo que se prepara o trabalho de campo e a fotointerpretação deve-se estabelecer o tratamento futuro dos dados resultantes. É ilógico e ineficaz planear-se o exame dos procedimentos de compilação após se terem obtido os dados, além de que o conhecimento prévio destes é essencial.

Como em qualquer outro trabalho, a execução satisfatória de um inventário depende, em definitivo, da qualidade do pessoal que o realizará. Cada elemento deve conhecer a sua tarefa e executá-la satisfatoriamente.

Sendo o inventário uma tarefa em que cujas fases de execução influem em todas as seguintes será lógico que os erros que se cometam em qualquer ponto do sistema se repercutirão, amplificados, em todo o resto.

A tarefa de medição no campo é, em geral, realizada por pessoas com escassas qualificações, no entanto, há que ter em conta que são estas medições que irão ser a matéria prima para as posteriores operações. Nesse sentido, *é evidente a necessidade de que este trabalho seja bem executado, procurando-se cuidadosamente eliminar os erros.*

Um requisito prévio essencial é a preparação de descrições detalhadas das tarefas a executar em forma de *guia de campo*, no sentido de criar uniformidade na execução das ditas tarefas no campo, pelas brigadas de inventário, minimizando-se, assim, os possíveis erros que possam ocorrer em relação aos procedimentos padrão. Este guia de campo deve estar elaborado de modo a poder ser consultado com facilidade em qualquer momento.

O pessoal profissional de inventário deve conhecer os elementos básicos da fotogrametria e fotointerpretação aérea.

Antes do trabalho de campo, propriamente dito, começar convirá realizar um pequeno *curso de instrução quanto aos instrumentos e procedimentos* a fazer uso neste trabalho. Pois que daí advirá um trabalho de campo mais eficaz, preciso e uniforme.

Deve-se prestar a máxima atenção *para não cometer erros sistemáticos ou acidentais* que diminuam a qualidade dos dados de base e que, em geral, têm graves consequências sobre a confiança do inventário.

As instruções de campo devem prever todas as fases de trabalho como sejam: a marcação das parcelas de amostra, medição das árvores e quaisquer outras informações sobre a amostra e que tenha que ser obtida no campo.

Não deve permitir-se, que cada equipe tenha o seu próprio sistema de procedimento ou actue por sua própria iniciativa.

Sempre que existam cálculos a executar, estes devem apresentar-se sempre que seja possível em forma tabelada, pois torna mais simples e acessível o procedimento. Bastando ter como cuidado a devida instrução do pessoal menos qualificado quanto ao seu uso, assim como qualquer outro material afim, como sejam: gráficos, tabelas de volume, mapas, etc.

É fundamental que se preveja como resolver as situações em caso de acidente, na sequência da execução do trabalho de campo. Deve proporcionar-se a todo o pessoal uma mala para a prestação dos primeiros socorros. De encontro a este aspecto, vem a manutenção e conservação do material usado no trabalho de campo, particularmente os veículos de transporte, rádio, extintores, etc.

Para que se consiga conservar o material de acordo com os requisitos, poderá ser conveniente um sistema de controle que verifique e responsabilize os elementos para a conservação, manutenção e devolução do material utilizado. Assim como, do cumprimento das disposições quanto à deteriorização e perdas de material, para a sua substituição.

Devem-se prever sistemas de comunicação entre a sede do inventário e das equipas que operam no campo, com a finalidade de esta estar continuamente informada do curso dos trabalhos e possa exercer um controle constante. Do mesmo modo, poderá ser conveniente cada equipa possuir um rádio portátil de curto alcance.

O transporte das equipas nas matas é, em geral, efectuado com jipes, devendo estes possuir sempre consigo e em estado operacional: pneu sobresselente, extintor de incêndios, caixa de ferramentas, macaco, caixa de primeiros socorros, rádio portátil e guincho. À manutenção do carro deve ser dispensada a maior atenção, entre os quais a lubrificação, a mudança de óleo e a revisão geral.

Também aqui, no emprego dos veículos e de outro equipamento se devem estabelecer normas quanto aos limites para o seu uso, assim como, ao plano da sua manutenção. Entre as condições limitativas do uso dos veículos figuram o estado do solo e a inclinação do terreno.

2.5. Inventário Florestal Nacional

A Direcção Geral das Florestas (DGF) dispõe de avaliações periódicas sobre a intensidade e tendências da evolução do coberto florestal, desde a altura em que a recolha de dados do inventário florestal foi automatizada. Desde 1965 que os inventários são efectuados com base em coberturas aerofotográficas do território expressamente efectuadas para o efeito (DGF, 2000). O primeiro inventário florestal nacional foi realizado durante os anos de 1965 e 1966, seguindo-se no período de 1968-1980 a 1ª revisão daquele, depois no período de 1980-1989 a 2ª revisão e por fim no período de 1990-1999 a 3ª revisão (DGF, 2001).

De acordo com os dados da 3ª revisão do inventário florestal nacional é possível observar a clara vocação florestal de Portugal Continental expressa não só na superfície actualmente ocupada pela floresta (37.7%), mas também pela grande possibilidade de expansão dessa área (59.5%) (Tabela 2.1.). Existem, ainda, uma percentagem importante de solos ocupados pela agricultura e uma considerável extensão de incultos (Tabela 2.1.) (DGF, 2001).

TABELA 2.1. Utilização florestal potencial e ocupação actual do solo (DGF, 2001)

<i>3ª revisão</i>	<i>Portugal Continental</i>	
	(1000 ha)	%
<i>Área de ocupação Agrícola</i>	2973.0	33.4
<i>Área de ocupação Florestal</i>	3349.3	37.7
<i>Área de ocupação de Incultos</i>	2054.5	23.1
<i>Área Portugal Continental / Distrito</i>	8879.9	100.0
<i>Área Florestal Potencial</i>	5280.0	59.5

Nota: avaliação de áreas por amostragem de fotopontos em fotografia aérea de 1995.

Quanto à composição da área florestal em Portugal Continental é a floresta de pinheiro bravo a sua espécie dominante com uma expressão de cerca de 30.5% daquela área (Tabela 2.2.).

TABELA 2.2. Área ocupada pelos povoamentos florestais (DGF, 2001)

<i>3ª revisão</i>	<i>Portugal Continental</i>	
	(1000 ha)	%
<i>Pinheiro bravo</i>	976.1	30.5
<i>Sobreiro</i>	712.8	22.3
<i>Azinhaira</i>	461.6	14.4
<i>Eucalipto</i>	672.1	21.0
<i>Castanheiro</i>	40.6	1.3
<i>Carvalho</i>	130.9	4.1
<i>Outras</i>	207.6	6.5
<i>Total</i>	3201.1	100.0

Nota: avaliação de áreas por amostragem de fotopontos em fotografia aérea de 1995.

Na figura 2.10. pode visualizar-se a distribuição das principais espécies florestais em Portugal Continental.

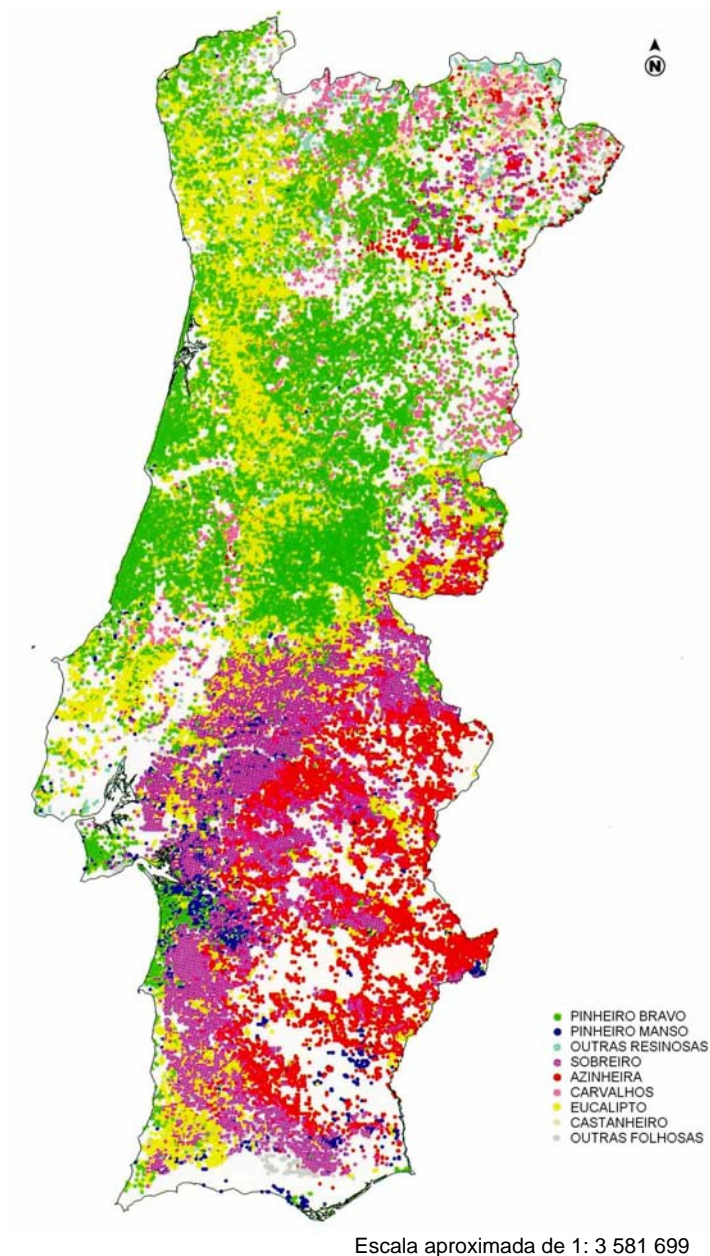


FIGURA 2.10. Distribuição das principais espécies florestais em Portugal Continental segundo a 3ª revisão do Inventário Florestal Nacional (DGF, 2000)

Relativamente, à evolução da área florestal em Portugal Continental, durante o período entre as três últimas revisões do inventário florestal nacional, esta aumentou (Tabelas 2.3. e 2.4.) (DGOGF, 1981; DGF, 1989; DGF, 1993; DGF, 2001).

TABELA 2.3. Evolução das áreas de inculto e florestal e das áreas ocupadas pelos povoamentos florestais (DGOGF, 1981; DGF, 1989; DGF, 1993; DGF, 2001)

<i>Portugal Continental</i>			
(1000 ha)			
	1ª revisão	2ª revisão	3ª revisão
<i>Área de Incultos</i>	1296.3	1407.4	2054.5
<i>Área Florestal</i>	2968.3	3085.6	3201.1
<i>Pinheiro bravo</i>	1300.1	1248.6	976.1
<i>Sobreiro</i>	654.9	659.8	712.8
<i>Azinhiera</i>	536.0	464.2	461.6
<i>Eucalipto</i>	215.4	386.2	672.1
<i>Castanheiro</i>	30.3	32.1	40.6
<i>Carvalho</i>	66.4	85.7	130.9
<i>Outras</i>	165.2	209.0	243.6

Quanto à contribuição de cada espécie no aumento da área florestal, ao longo das três revisões do inventário, constata-se um decréscimo significativo nas áreas de ocupação do pinheiro bravo em Portugal Continental (Tabelas 2.3. e 2.4.) (DGOGF, 1981; DGF, 1989; DGF, 1993; DGF, 2001).

TABELA 2.4. Variação observada ao longo das três revisões do inventário florestal nacional (DGOGF, 1981; DGF, 1989; DGF, 1993; DGF, 2001)

	<i>Portugal Continental</i>		<i>Portugal Continental</i>	
	1ª - 2ª revisão		2ª - 3ª revisão	
	(1000 ha)	(%)	(1000 ha)	(%)
<i>Área de Incultos</i>	111.1	1.2	647.1	7.3
<i>Área Florestal</i>	117.3	1.3	115.5	1.4
<i>Pinheiro bravo</i>	-51.5	-3.3	-272.5	-10.0
<i>Sobreiro</i>	4.9	-0.7	53	0.9
<i>Azinhiera</i>	-71.8	-3.0	-2.6	-0.6
<i>Eucalipto</i>	170.8	5.3	285.9	8.5
<i>Castanheiro</i>	1.8	0.0	8.5	0.2
<i>Carvalho</i>	19.3	0.5	45.2	1.3
<i>Outras</i>	43.8	1.2	-2	-0.3

Em síntese, como traços fundamentais da evolução da floresta portuguesa nos últimos anos, salientam-se:

- o crescimento da área florestal, apesar da forte incidência de fogos florestais, devido em parte a um processo natural de reconversão de áreas de incultos e de agricultura marginal;
- a forte tendência para a substituição de algumas áreas de resinosas por folhosas de rápido crescimento (DGF, 2000).

PRÁTICA

- **Fotointerpretação e fotogrametria. Aplicações práticas de interesse no âmbito do inventário florestal. Amostragem casual e amostragem sistemática. Selecção e localização das unidades de amostragem.**

EXERCÍCIO 1 - Realize a fotointerpretação segundo grelha de pontos que se sobrepõe à área útil da foto, classificando os estratos relativos aos pontos da grelha.

Carta militar nº	Fiada nº	Foto nº	Instituição	Data

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													

Considere para o efeito:

- a fotografia aérea pancromática do concelho de Castelo Branco à escala média de 1/15000,
- o extracto da Carta militar relativa à área em estudo,
- a grelha de pontos a grelha a colocar sobre a foto orientada a Norte e segundo as marcas fiduciais e ponto principal,
- a classificação para a estratificação da ocupação do solo agrícola e florestal e
- a tabela de números casuais.
- A legenda utilizada no Inventário Florestal Nacional - 3ª revisão para a classificação dos estratos de ocupação florestal é a seguinte:

- Floresta:
 - Áreas ardidas
 - Áreas de corte raso
 - Povoamentos: Grupos de Espécies; Espécies/composição; Grau

de coberto

Siglas (vd. anexo - Manual de Instruções para o Trabalho de Campo do Inventário Florestal Nacional):

- ☒ pinheiro bravo (Pb);
- ☒ pinheiro manso (Pm);
- ☒ outras resinosas (Rd);
- ☒ eucalipto (Ec);
- ☒ sobreiro (Sb);
- ☒ azinheira (Az);
- ☒ castanheiro (Ct);
- ☒ outras quercíneas (Qc);
- ☒ outras folhosas (Fd).

➤ Outras áreas arborizadas

Considera-se povoamento florestal quando a densidade de ocupação das espécies florestais é no mínimo de 10%, ocupando uma área mínima de 0.5 ha e largura não inferior a 20 m.

Os estratos florestais podem ser constituídos essencialmente por uma única espécie, povoamentos puros, ou por uma mistura de espécies em diferentes graus de dominância de cada uma delas, povoamentos mistos. Por povoamentos puros consideram-se as manchas florestais em que uma das espécies se apresenta representada em mais de 75% do coberto total. Os povoamentos mistos, são aqueles em que estão presentes duas ou mais espécies, nenhuma delas ocupando mais de 75% do coberto total, sendo indicada em primeiro lugar a espécie mais representada.(p.e., PbPm ou Pb-Ec).

Dentro de cada estrato poder-se-á ainda considerar diversos níveis de densidade de ocupação do solo, segundo várias classes como as seguintes:

- densidade de ocupação de 10% a 30% - floresta aberta;
- densidade de ocupação de 30% a 50% - floresta pouco densa;
- densidade de ocupação > 50% - floresta densa.

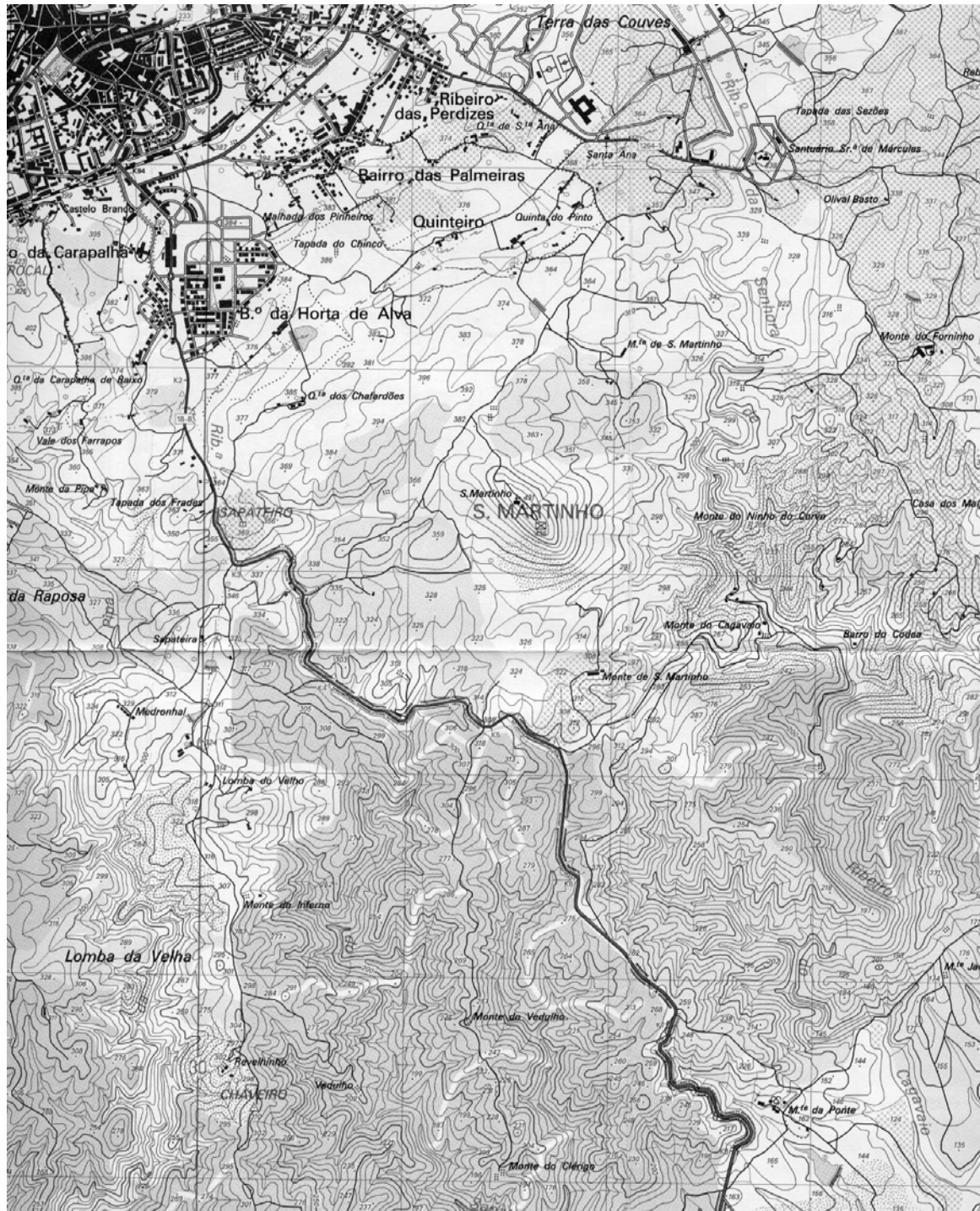
EXERCÍCIO 2 - Recorrendo à grelha de pontos selecione 7 fotopontos classificados como estrato de eucalipto puro como unidades de amostragem de acordo com:

- um esquema de amostragem aleatório.
- um esquema de amostragem sistemático de 3 em 3 fotopontos.

EXERCÍCIO 3 - Determine o percurso a realizar para a localização no terreno da unidade de amostragem relativa ao fotoponto F6.

- marque o Norte na fotografia aérea a partir da carta militar.
- determine a escala da fotografia na proximidade do fotoponto.
- assinale o ponto de partida para a aproximação ao fotoponto no terreno que achou mais conveniente.
- determine o rumo do ponto de partida ao fotoponto.
- determine a distância horizontal do ponto de partida ao fotoponto.







RANDOM NUMBERS

5106	6521	7330	0064	0342	8376	3794	5226	5630	4639
5109	4365	1175	8043	0552	0109	1963	8058	4664	1046
6605	5140	6162	5301	2878	6123	9808	3114	8167	9569
7954	3300	0736	0116	7223	9616	0479	2600	0808	4399
0635	0975	6244	3885	3885	7600	4476	1079	4487	2894
7693	8898	5379	6291	9871	0856	9494	8963	1920	8409
0697	5711	8789	4862	2490	5880	8299	0900	7134	1145
3812	0447	0228	9987	3252	1178	3490	2145	7901	8146
3835	9073	1416	0746	0381	5707	7991	5730	1208	5624
6744	6923	8911	1915	8923	3686	6807	7062	8758	0445
9847	2209	8957	2180	2718	7975	2672	5854	7507	9686
7565	6940	2656	9836	1520	4019	8151	8997	5940	9373
2831	6736	3660	2894	8267	3581	3897	6492	0377	5172
2138	6670	3029	0203	4730	5756	2737	2678	1904	1243
3537	7843	2669	2790	9140	6871	4266	8227	7108	3481
2358	8095	1590	7508	8018	5833	7145	8927	1030	2419
0248	4620	9040	4894	5296	3774	6663	6856	9592	0205
6477	7864	6718	1057	7731	4015	2935	9428	8053	8680
3842	6597	4525	9405	5806	4568	7407	0158	3074	3564
7831	6156	4111	1943	4702	2627	3781	8013	2083	3608
8603	8276	4601	9016	3751	9715	0181	7216	6340	3096
9491	0826	2511	5656	7989	8832	9087	5137	8365	6479
2485	5821	0730	6042	8405	4543	5735	6409	4080	2659
7391	2742	7400	4011	1905	4348	3884	7257	7438	0911
9787	6104	5818	3266	3826	6367	0050	4895	1854	6814
7914	7925	1675	1327	6146	8498	0549	0758	9357	4528
4545	1012	1026	1568	2402	3238	6898	9141	1507	3283
6902	9340	8873	5173	1635	2207	1076	5048	8249	1615
9436	5049	1951	3116	7285	8381	2588	0932	5852	4177
3277	1524	0864	3500	8687	5594	0018	3146	4709	1853
4349	3943	3022	0011	9748	7430	6379	5381	4619	1021
8083	9890	7431	8239	8627	8572	7524	3313	5375	7964
1834	4041	2626	6707	9167	4754	6494	2060	9768	1187
3139	7084	9539	4824	5398	1345	0192	8587	5342	8815
8036	9923	8882	3870	5180	3796	3530	1500	7001	2732
1028	8813	5914	7967	5022	5706	8064	2971	2086	9686
5871	4857	9326	3953	4678	3468	0238	8851	7463	5951
6162	9300	1876	8044	5966	0054	8002	5159	4900	7532
5156	2167	8966	9018	4612	0267	8986	4829	3992	2683
3662	3661	4856	8588	0879	7279	5184	6173	3172	9959
7952	5863	5069	4285	9248	2924	4044	7962	3596	2736
9447	5086	8388	1739	2617	6069	4357	0458	8825	1598
3253	3208	5951	0534	4223	0799	2219	5173	8497	2379
2430	0986	7198	5921	0651	0879	9852	0971	3345	1923
7291	1147	2490	1461	1027	4246	0482	8286	3458	3061
2961	3230	3474	0266	6274	7704	2401	7898	2764	5172
2916	5584	4621	8444	4599	3566	7259	4792	8947	9416
0489	9446	8317	9611	3348	1207	3781	0837	0899	9107
7415	6205	7831	6455	0987	1066	2939	2702	5900	7205
7835	2788	2060	5129	5165	0851	4486	4097	3381	3342

RANDOM NUMBERS (Continued)

4232	2291	6096	9588	4909	3970	0321	2927	0976	9060
0232	0553	6118	8473	5382	5604	5122	7643	2131	6916
0060	1455	6104	7205	2618	6538	9682	9839	7524	4804
2012	9153	6880	9953	1439	2034	3422	1883	2930	6426
0809	1349	7582	8816	2065	6693	8315	1879	1144	5355
0939	3409	1378	5741	1204	0691	6088	0756	1892	4240
0893	4650	4487	2871	5422	2293	6481	9696	6889	3049
4331	5921	6071	0083	9452	7508	1201	0653	4931	8162
2760	4919	7046	8364	6239	7545	3807	3338	5417	6593
7222	4156	4160	4492	9264	1872	8476	8749	8563	8986
0609	6968	2035	7842	6911	3410	2152	4860	0054	8954
2669	4013	6498	9935	9993	8010	0262	3276	1311	0665
5312	9279	2201	6086	8965	1938	4853	2685	2354	3812
5195	6222	3291	8079	4361	8608	6138	9132	3200	7390
7044	5124	7929	7821	9769	7732	3009	0068	0877	2245
1367	1081	4195	8323	3339	6349	7596	1300	4683	2621
3472	5020	2675	8024	1094	5783	6727	5717	3942	3376
9227	1518	8581	9474	7239	2016	9191	5839	7873	0756
4104	8180	0154	1917	8294	9445	8945	1465	9493	1125
8163	9217	0352	1693	7553	3710	0409	3327	5754	5501
4871	2763	8332	4654	0194	6332	8900	7126	2884	0646
7745	6673	8951	1201	4221	8890	5219	8764	4459	9852
0076	8803	1824	9954	8313	7131	6228	7901	9944	1502
9750	4687	6246	3601	5254	3336	0192	5318	8450	9542
5577	9502	0134	4160	0549	5028	1977	8012	1489	3709
7479	6841	8844	9864	2183	9192	5083	1082	7210	6825
2048	4657	4266	1286	6675	3410	7183	5954	4005	0931
3219	4613	5579	9916	3549	2634	5405	8978	8932	8100
4323	0080	3236	9041	9137	0527	6341	6228	7662	9647
6859	9073	9002	0971	6580	1906	0469	9730	2678	6857
1332	0411	1886	9938	8290	6498	3200	6607	2931	8453
1415	5595	9341	7806	1248	5860	0663	0401	0048	6774
2890	8534	1642	1993	4465	5194	4142	2188	6066	8750
7117	3646	6312	1277	7501	1846	3170	8378	6926	3597
6675	0991	7946	6696	5952	9717	7035	0640	8542	4826
2681	8167	5877	4173	7010	9985	6735	6535	3451	0230
0866	7119	8042	4648	6555	0938	9883	8758	5617	2163
9846	9723	5827	2812	3943	8811	7505	5101	7907	2998
0303	0491	9592	6618	5220	6793	2373	1488	2222	1513
0937	2662	9498	2127	1770	4264	9379	4904	4232	6071
1232	3295	1451	3715	6115	1625	6827	7782	2481	1409
9492	8024	3546	4445	6299	9946	7470	9994	3159	3091
7577	5748	3109	6903	1271	0302	5822	2033	1206	0514
8086	1336	9462	0062	6208	0972	4760	3750	4197	1526
9317	4149	9900	4568	4501	3389	2101	4461	9836	1014
7868	2035	9977	7349	9396	7563	1526	9165	6607	3374
0743	4378	0856	1042	5419	9104	3688	8834	9280	6515
1191	7844	2435	1522	5861	8829	9896	4540	3638	6301
8938	8655	1729	6938	4972	2946	3008	3770	7861	5844
1544	6587	1031	4704	4950	3438	5901	6820	7031	3800

LIÇÃO Nº 3

TEÓRICA

3. PRINCIPAIS VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS

3.1. Variáveis ao nível da árvore individual

3.1.1. O diâmetro da árvore: o DAP e outros diâmetros

Apesar de ser possível realizar medições de diâmetros a qualquer altura do tronco da árvore, estabelece-se por norma um diâmetro padrão medido a uma altura fixa - a 1.30 m a contar do solo - ao qual se denomina *diâmetro à altura do peito (DAP)*.

O critério de escolha desta altura relaciona-se essencialmente com a facilidade de medição, dado que:

- ❑ a níveis superiores do tronco, torna-se difícil executar as medições do diâmetro;
- ❑ a níveis inferiores, a base do tronco apresenta-se com alguma frequência uma excepção em relação à forma geral do tronco, devido à existência frequente de embasamento.

Por outro lado, em comparação com qualquer outro diâmetro medido ao longo do tronco e o *DAP*, é aquele que melhor expressa a sua relação com o volume da árvore.

O *DAP*, no contexto de todas as outras variáveis dendrométricas é das principais variáveis a considerar na medição da árvore ou dos povoamentos. Tal facto, decorre de:

- ❑ tratar-se de um parâmetro de fácil medição;
- ❑ a sua medição, em comparação com outras variáveis, apresentar resultados de grande confiança;
- ❑ servir de base de cálculo para outras variáveis, como sejam a área basal e o volume da árvore e do povoamento.

Outro diâmetro que, frequentemente, se mede, embora de menor importância que o *DAP*, é o *diâmetro do cepo* situado e.g. entre 0.15 a 0.30 m da altura do tronco a contar a partir do solo.

O perímetro é uma variável de medição equivalente ao diâmetro, mas de carácter menos expedito. A relação entre o perímetro e o diâmetro é dada pela seguinte fórmula:

$$P = 2 \times \pi \times r = \pi \times d$$

onde, P - perímetro do tronco a uma determinada altura;

r - raio da secção em questão;

d - diâmetro da secção em questão.

Do modo, temos um conceito semelhante ao DAP: o *PAP* ou seja, o *perímetro à altura do peito*. Como no caso dos diâmetros, é também possível efectuar medições do perímetro do tronco aos vários níveis de altura deste, entre os quais o do cepo.

3.1.1.1. Instrumentos de medição, sua descrição e modo de funcionamento

De entre os instrumentos de medição directa de diâmetros de aplicação corrente destacam-se a suta de braços e a fita de diâmetros. A *suta de braços* é constituída por uma barra graduada e dois braços paralelos, inseridos perpendicularmente àquela. Um dos braços está fixo a um dos extremos da barra, enquanto que o outro pode deslizar ao longo da mesma. A graduação da barra apresenta-se, normalmente de 1 em 1 cm e com aproximação aos milímetros.

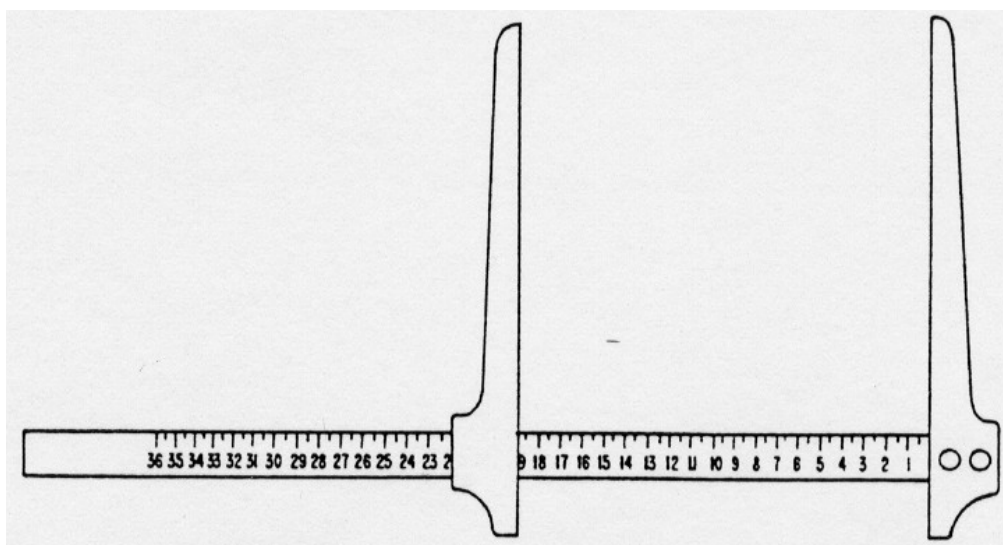


FIGURA 3.1. Suta de braços (Husch *et al.*, 1972)

Em termos comerciais, existem várias modalidades de sutas quanto ao comprimento da barra graduada, p.e. de 80 cm e de 70 cm. Ao proceder-se à escolha da suta, deve-se ter em atenção a amplitude dos diâmetros característicos da(s) espécie(s) em causa, de modo a permitir a medição directa dos maiores diâmetros susceptíveis de ser encontrados no povoamento em estudo.

O modo correcto de empregar a suta, é executar a medição mantendo os braços daquela num plano perpendicular à barra.

As sutas de braços são fabricadas em metal ou madeira. As metálicas são preferíveis por estarem menos sujeitas às influências climatéricas, por serem de mais fácil manutenção e limpeza e não apresentarem tão facilmente como as sutas de madeira a deslocação do braço móvel. As sutas de madeira apresentam a vantagem de terem um preço menos dispendioso (Marques, 1981).

No sentido de criar maior exactidão e sensibilidade do aparelho, existem sutas cujo braço móvel se desloca em rolamentos (suta de Pollanschutz), outras têm um sistema com uma mira de modo aferir o alinhamento correcto do braço (suta de Krutzsch e Loetsch). Outras sofisticacões têm sido incorporadas como registadores, gravadores, etc. Existem sutas que além da graduação do diâmetro estão equipadas com uma escala de área seccional (Loetsch *et al.*, 1973).

As *fitas de diâmetros* podem ser de vários materiais, as mais comuns são as fitas de material plástico e as metálicas, que nalguns casos são também revestidas de matéria plástica. As fitas de plástico têm o inconveniente, de com o uso virem a ficar um pouco distorcidas devido aos esforços que ocasionalmente fiquem sujeitas, sendo por isso importante um constante aferimento da sua medida. O caso das fitas metálicas, embora mais resistentes tem que ser de uma liga metálica que sofra dilatações mínimas e não significativas, devidos as variações climatéricas. A graduação usada nas fitas pode ser de dois tipos:

- o sistema métrico normal - que fornecerá o perímetro da secção transversal da árvore, e que será depois convertido a diâmetro;
- a graduação em múltiplos de π - que proporciona logo a leitura directa do diâmetro.

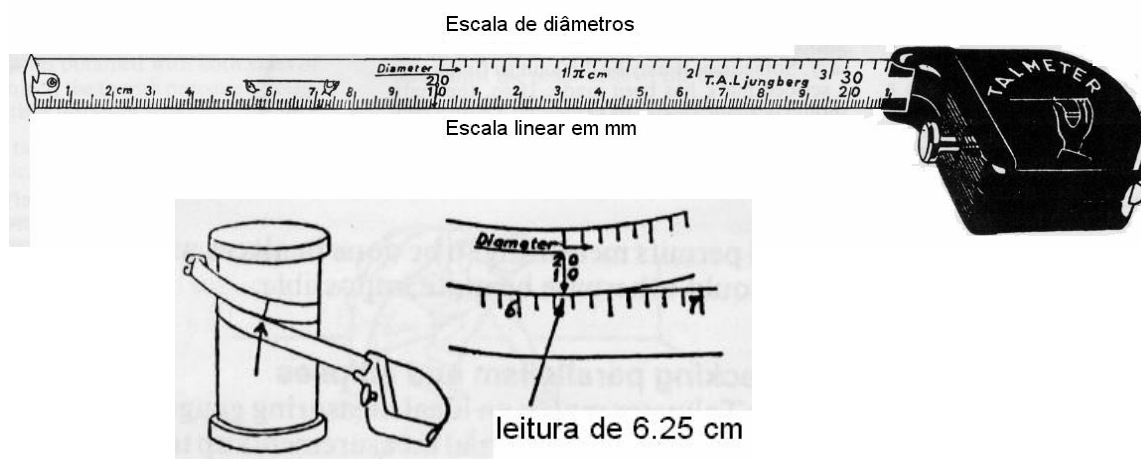


FIGURA 3.2. Fita de diâmetros

A medição do diâmetro com fita é preferível quando as árvores são de grande dimensões, em que o emprego da suta se torna pouco prático, por dificuldade de manejo (Marques, 1981). Apesar de se realizarem medições mais rigorosa com a fita do que com a suta, pois que se vai ponderar o efeito da irregularidade da forma do tronco, tem no entanto a desvantagem de tornar as medições mais morosas.

Existem, ainda, aparelhos de medição indirecta dos diâmetros - os *dendrômetros* - que podem definir-se como sendo instrumentos aplicáveis à estimativa de diâmetros das árvores em pé, a qualquer altura do tronco. O princípio de funcionamento dos dendrômetros baseia-se na semelhança de triângulos. São exemplos, deste tipo de aparelho, o Relascópio de espelhos de Bitterlich e o Telerelascópio.

3.1.1.2. Normas de medição do DAP

O *DAP* é medido, por definição, ao nível do 1.30 m a contar do solo e perpendicularmente ao eixo vertical da árvore. No entanto, as mais variadas situações podem ocorrer no campo, havendo necessidade de normalizá-las. Assim,

- ❑ em terrenos inclinados, a determinação do nível de 1.30 m no tronco, deve ser localizado do ponto mais elevado do solo;
- ❑ quando o fuste da árvore é retorcido ou inclinado, deve-se ter em atenção que a medição seja realizada segundo a perpendicular ao eixo da árvore;
- ❑ quando o embasamento da árvore é acentuado e notório a 1.30 m, o *DAP* deve ser medido acima da zona em que aquele termina. Logo, efectuar-se-á a medição, deslocando-a de cerca de 30 cm;

- quando existem entumescimentos ao nível do 1.30 m medem-se os diâmetros acima e abaixo daquele nível e calcula-se a média;
- quando a árvore é bifurcada:
 - a) abaixo do nível de 1.30 m, medem-se os diâmetros como se fossem duas árvores;
 - b) acima do nível de 1.30 m, mede-se o *DAP* segundo o critério normal;
 - c) ao nível do 1.30 m, mede-se abaixo do engrossamento provocado pela bifurcação.

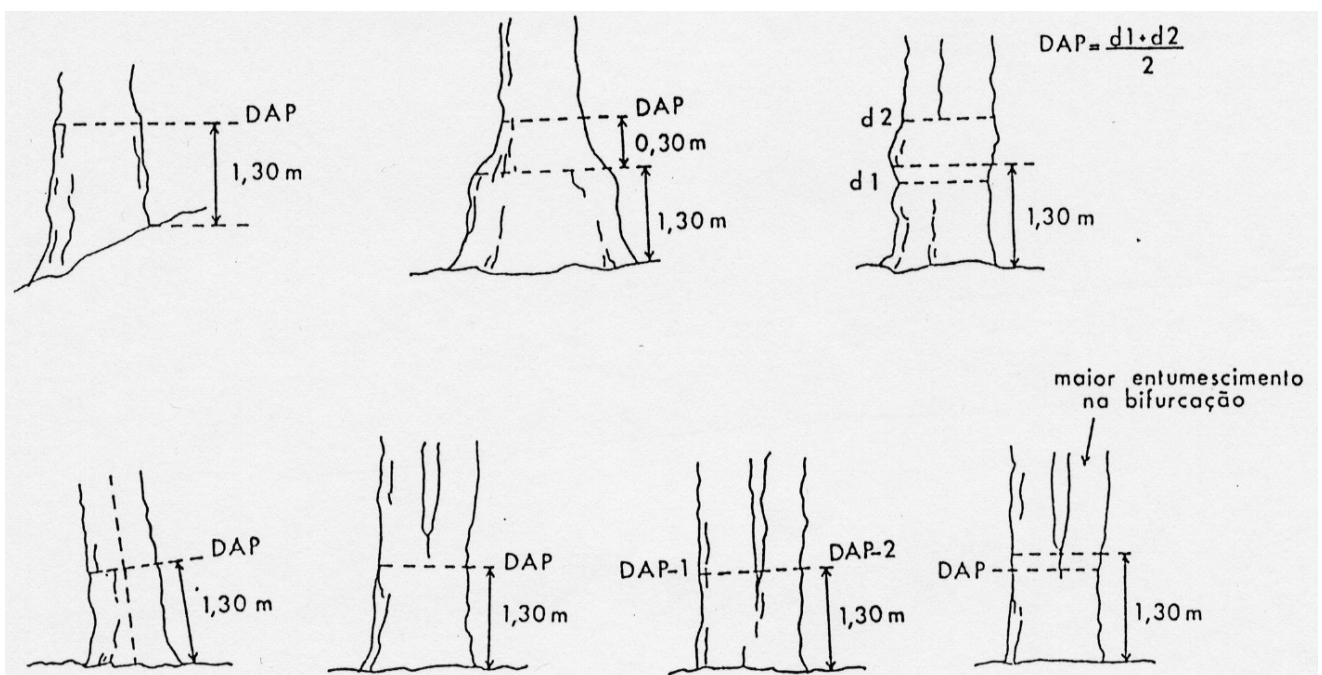


FIGURA 3.3. Normas de medição (Avery e Burkhart, 1983)

Na prática, é possível depararem-se nos situações mistas dos vários casos apresentados, havendo, por isso, que ter cuidado, de modo a proceder à medição o mais correctamente possível.

No caso dos diâmetros a outro nível do tronco, devem-se atender de igual modo as regras genéricas de medição, como sejam:

- a identificação correcta do nível onde se pretende proceder a medição;
- a realização da medição perpendicularmente ao eixo da árvore;
- quando da ocorrência de entumescimentos ou bifurcações proceder segundo as normas atrás descritas e/ou de acordo com a perspectiva do estudo em causa.

3.1.1.3. Erros associados à determinação do DAP

Ao proceder à medição de qualquer variável dendrométrica podemos afirmar que aquela conterà associada em si um erro. A sua origem é diversa e em geral múltipla, sendo impossível eliminar a ocorrência de erro na sua globalidade. No entanto, é possível reconhecer com alguma facilidade as causas dos erros que se cometem, podendo minimizá-los com o recurso aos instrumentos mais adequados para o fim em vista e através de adequados métodos do seu manuseamento. Quanto à origem dos erros podemos sistematizá-los do seguinte modo:

- ❑ erros acidentais, geralmente associados à inexperiência ou a um trabalho pouco cuidado. Uma sistematização do trabalho é o suficiente para eliminar este tipo de erro;
- ❑ erros casuais, que estão sempre presentes numa série de medições. As suas causas são diversas e ocorrem com magnitude e direcção variável,
- ❑ erros sistemáticos, normalmente devidos à utilização de aparelhos desajustados e
- ❑ erros de cálculo, resultantes da aplicação incorrecta, p.e. de fórmulas, e de arredondamentos.

No caso de instrumentos ópticos, os erros podem ter origem também no observador. Existe de facto, um juízo de apreciação inerente a cada pessoa, que normalmente se traduz numa estimativa tendenciosa, ainda que involuntária, produzindo um erro sistemático de magnitude em geral constante ou proporcional e de igual sinal. No entanto, outros padrões de desenvolvimento do erro podem ocorrer.

É importante notar que enquanto os erros casuais tendem a compensar-se mutuamente à medida que se aumenta o número de medições, o mesmo já não acontece com os erros sistemáticos. Por isso, logo que sejam detectados, deve-se proceder aos ajustamentos necessários (Marques, 1981).

Outro aspecto que se reveste de bastante importância é o arredondamento dos valores nos cálculos. Por regra, os arredondamentos só devem ser realizados, quando possível, após terminados os cálculos, pois que doutra forma estamos sucessivamente a acumular arredondamentos sobre arredondamentos. É certo, que tal procedimento só será facilitado no caso de se fazer recurso ao processamento electrónico.

Esta situação é bastante mais pertinente quando se trabalha com valores médios, já que contêm um maior significado que os valores individuais, pelo que ao efectuar-se o seu

arredondamento, aplicando-lhe em seguida outras operações pode-se chegar a elevados erros de cálculo.

No caso particular dos diâmetros, as principais causas de erro associadas à sua determinação são devido à irregularidade da forma do tronco. Os dois principais casos de erro são devido ao efeito da convexidade do tronco e ao efeito isoperimétrico.

O tronco apresenta concavidades, por exemplo devido à irregularidade da casca, que ao realizar-se a medição do perímetro ou do diâmetro com fita, vão ser consideradas como maciças, ocasionando um erro por excesso. No caso de se proceder à medição do diâmetro com a suta, a situação é diversa, podendo estar-se a cometer um erro por excesso ou por defeito, consoante a direcção do tronco a que se esteja a realizar a medição.

O efeito isoperimétrico decorre do facto de existirem várias superfícies curvas, que para igual perímetro lhe corresponde uma área inferior à da do círculo correspondente. Consequentemente, se aquelas superfícies forem avaliadas pela fórmula do círculo, baseando-nos na medição do diâmetro ou do perímetro, obtemos um erro por excesso (Loetsch *et al.*, 1973).

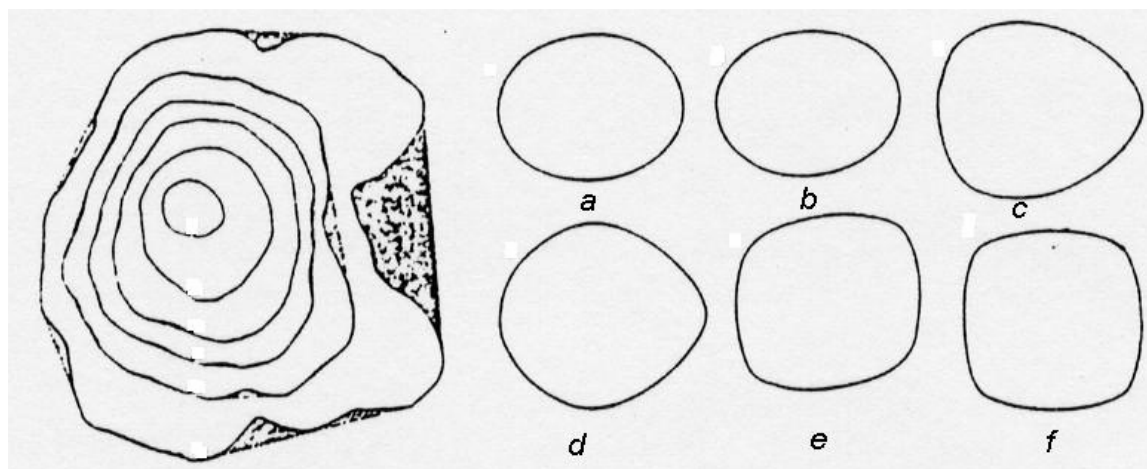


FIGURA 3.4. Efeito da convexidade do tronco e efeito isoperimétrico (Loetsch *et al.*, 1973)

Em geral, para minimizar estes efeitos é costume, quando o instrumento de medição usado é a suta, proceder-se à medição de diâmetros cruzados. Na prática, os procedimentos mais comuns para a determinação do diâmetro da árvore são os seguintes:

- por meio de uma média aritmética de duas medições perpendiculares e casuais, ou seja, sem qualquer preocupação de encontrar os diâmetros maior ou menor da árvore;

- por meio de uma única leitura, também obtida casualmente.

No entanto, quando se proceda a medições sucessivas de uma mesma parcela de estudo ou de inventário, torna-se importante que exista um protocolo de campo quanto ao procedimento da execução das medições, por forma a que se obtenham dados homogêneos e comparáveis. Assim, em parcelas rectangulares, o procedimento mais expedito é realizar as medições do *DAP*, segundo a linha de plantação, embora tal não assegure totalmente a inexistência de qualquer factor sistemático interveniente no desenvolvimento da forma do tronco das árvores desse povoamento. No caso das parcelas circulares, a casualização dos diâmetros pode ser facilmente introduzida de maneira bastante expedita: realizando a medição dos diâmetros segundo a direcção que une a árvore ao centro da parcela. Deste modo, a orientação da suta irá mudando de árvore para árvore, à medida que o operador vai percorrendo sequencialmente a parcela (Marques, 1981).

No caso particular da suta de braços o desvio do braço móvel é o erro instrumental mais comum, obtendo-se nestas circunstâncias medições por defeito. Por este facto, deve-se usar as sutas, e de um modo geral todo e qualquer aparelho, sempre em boas condições de funcionamento. A manutenção e limpeza dos aparelhos deve pois, ser tomada em devida atenção. Os erros de medição nas sutas em geral, ocorrem sempre que não se verificarem correctamente quaisquer das regras de medição dos diâmetros.

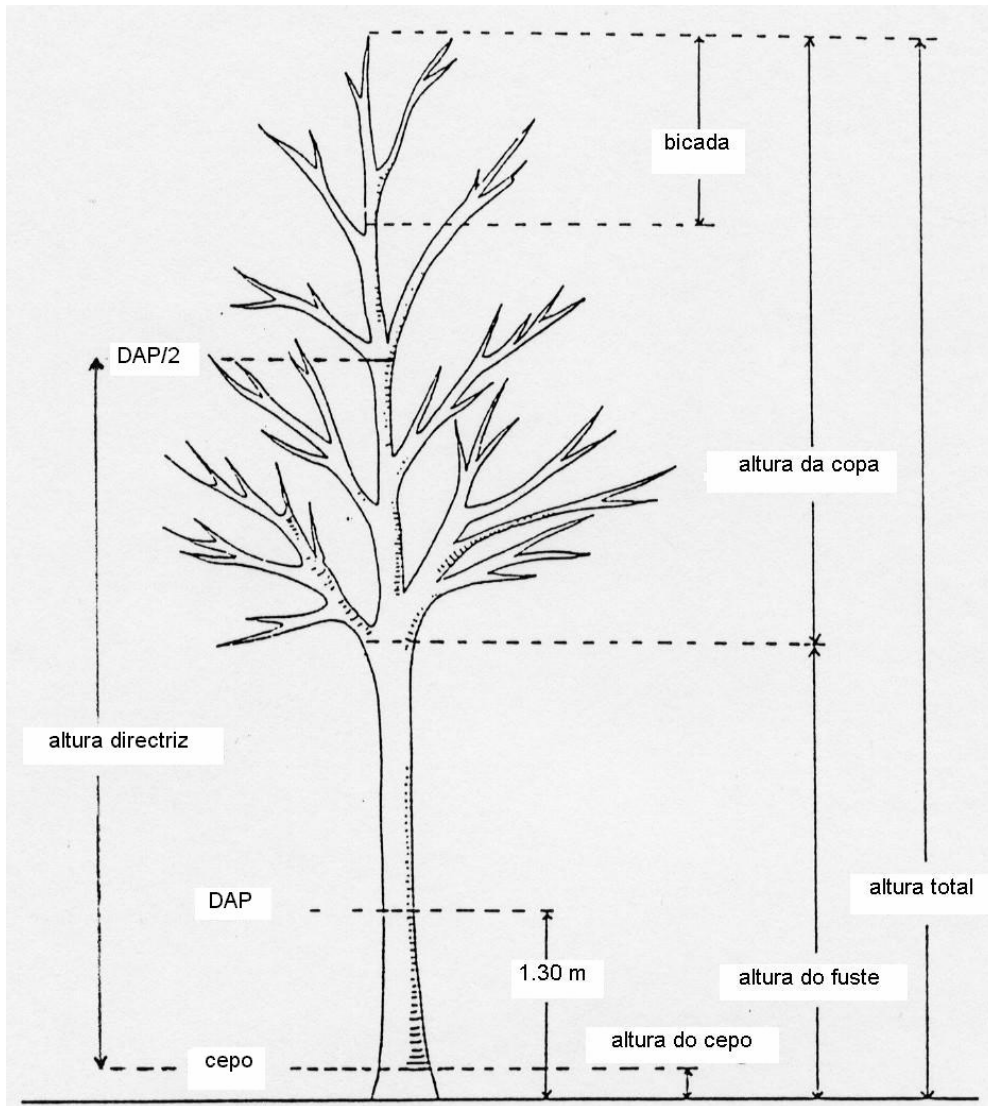
No caso particular da fita de diâmetros podem ocorrer erros de medição resultantes de torcer a fita, de proceder à medição com a fita folgada, de não verificar qualquer uma das regras de medição do *DAP* (Marques, 1981).

De um modo geral, no caso dos dendrómetros, o valor do diâmetro que se obtém através do uso deste tipo de aparelhos, é superior ao diâmetro real, originando assim, um erro sistemático e positivo tanto maior quanto maior for o diâmetro a medir e quanto mais próximo da árvore se fizer a medição com o aparelho (Gomes, 1957).

No caso das regiões temperadas, quando as medições se procedam durante o período de crescimento obter-se-ão resultados diferentes para a mesma medição conforme se realizar no início ou no fim desse período (Loetsch *et al.*, 1973).

3.1.2. A altura da árvore: altura total e alturas parciais

A seguir ao diâmetro, é a altura a outra variável importante da árvore, a obter por medição ou estimativa (Loestch *et al.*, 1973). Podemos considerar várias alturas numa árvore:



Legenda: *altura total* - do nível do solo à ponta da árvore; *altura do fuste* - do nível do solo até à zona dos primeiros ramos vivos; *altura da copa* - da zona dos primeiros ramos vivos até ao topo da copa; *altura mercantil* - do cepo à extremidade do tronco, que será definida pelo diâmetro que se estipulou como limite para o aproveitamento comercial do tronco; *altura directriz* - é a altura correspondente a um diâmetro igual a *DAP/2* (ponto director) (Marques, 1981).

FIGURA 3.5. Representação das várias alturas a medir numa árvore (Marques, 1981)

3.1.2.1. Instrumentos de medição das alturas

A determinação de alturas na árvore individual pode ser realizada directamente quando a árvore se encontra abatida. Estando a *árvore abatida* a medição da sua altura é feita sempre com *fita métrica*, medindo-a de ponta a ponta. No entanto, ao estarmos a medir a parte exterior do tronco, estamos a cometer um erro, mas que se despreza para simplificar o processo. Ou seja, se considerarmos o eixo do tronco como o lado maior do cateto de um triângulo e a sua hipotenusa o perfil do tronco, ao procedermos à medição estamos a tomar a hipotenusa pelo cateto. Quando se proceda previamente à toragem da árvore, antes de se realizar a medição da altura, vai-se medir cada toro *per si*, tomando uma poligonal em vez do segmento de recta, obtendo-se um comprimento total cujo erro, por excesso, é ainda superior ao da situação anterior. A medição da altura deve, portanto, efectuar-se antes de qualquer toragem (Gomes, 1959).

No caso da árvore se encontrar em pé, é possível realizar medições directas das alturas da árvore recorrendo à *vara telescópica*, que é uma vara extensível, e.g. até aos 15 m de altura. A medição directa das árvores com esta vara fica, porém, limitada às alturas permitidas pelo comprimento da vara, total ou parcialmente distendida. A leitura faz-se directamente na graduação marcada na vara.

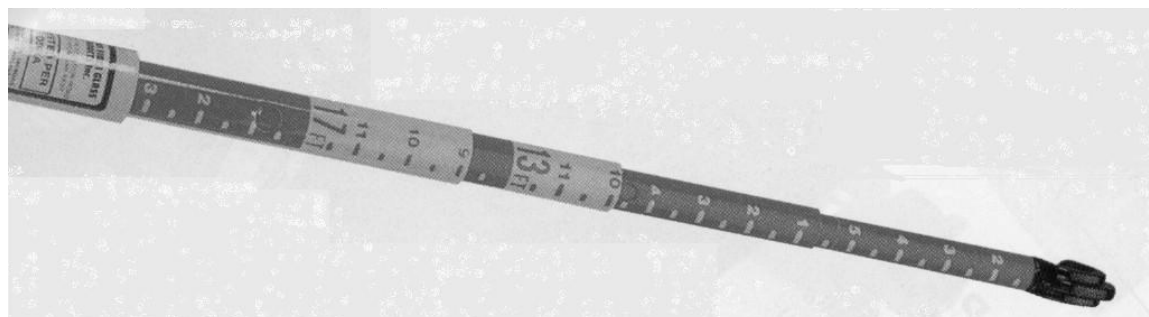


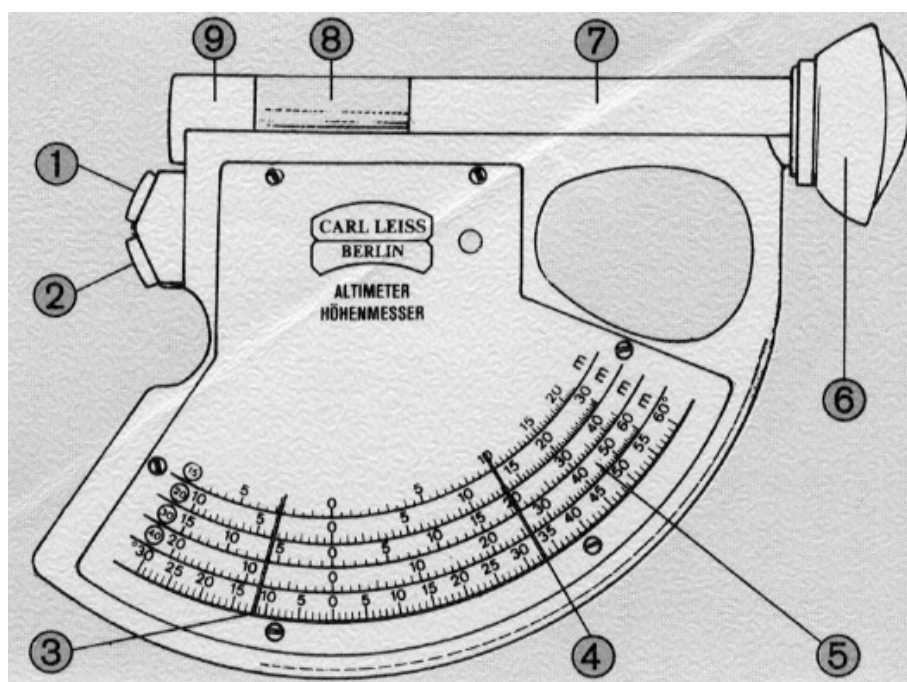
FIGURA 3.6. Vara telescópica

O uso da vara telescópica tem interesse em povoamentos com uma densidade que dificulte a utilização de instrumentos de medição indirecta, ou seja hipsómetros, e quando as alturas não sejam tão elevadas que tornem pouco prático o emprego dos mesmos. Também, é preferida a utilização da vara, quando se pretenda realizar estudos de crescimento, visto que a medição directa das alturas será sempre mais rigorosa que com qualquer outro método de medição. No entanto, a extensão da aplicação da vara ficara sempre limitada pela altura das árvores presentes no povoamento (Marques, 1981).

De entre os instrumentos de medição indirecta, podemos considerar dois tipos de hipsómetros tendo em consideração o seu modo de funcionamento:

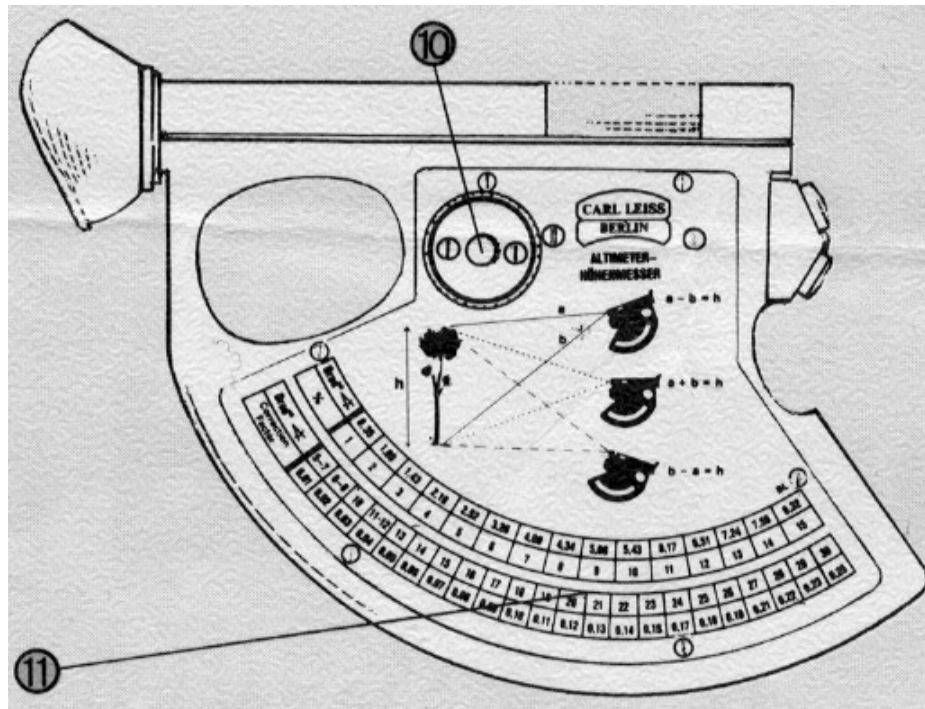
- baseado em princípios geométricos (semelhança de triângulos), como p.e. exemplo o hipsómetro de Christen;
- baseado em princípios trigonométricos, como p.e. os hipsómetros Suunto, Blume-leiss e Vertex.

De entre os aparelhos mais utilizados no âmbito do inventário florestal encontram-se estes últimos. O *hipsómetro de Blume-Leiss* é aplicável para distâncias fixas do ponto de observação à árvore. Possui várias escalas de medição da altura para diferentes distâncias: 15, 20, 30 e 40 m. A escolha da escala de medição mais apropriada será aquela cuja distância corresponderá a cerca de 1 a 1.5 vezes a altura da árvore a medir. O ponto de estação onde se procederá às miradas estará situado à distância referente à escala escolhida e de tal modo, que seja possível uma boa visualização do topo e da base da árvore.



Legenda: 1 e 2 - botões que soltam, respectivamente, os ponteiros de cima e de baixo da escala; 3 e 4 - ponteiros de baixo e de cima ; 5 - escalas; 6 - ocular; 7 - tubo óptico; 8 - indicador do movimentos dos ponteiros; 9 - mira.

FIGURA 3.7. Hipsómetro de Blume-Leiss - lateral esquerda

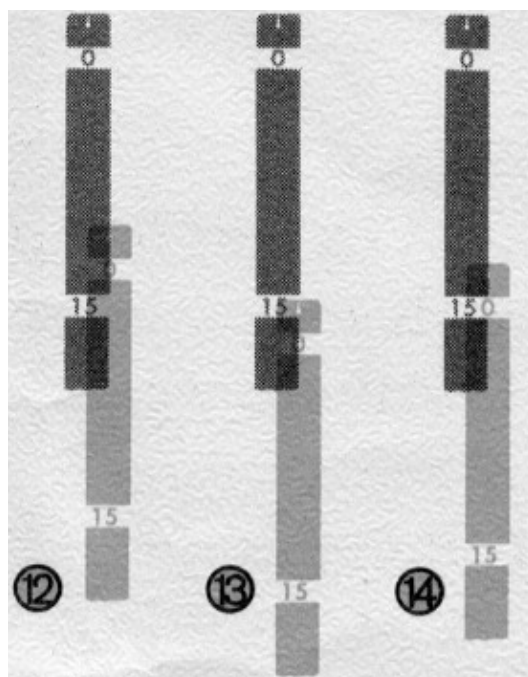


Legenda: 10 - dióptero; 11 - tabela para correção do efeito da inclinação do terreno na determinação da(s) altura(s) da árvore.

FIGURA 3.8. Hipsômetro de Blume-Leiss - lateral direita

A localização no terreno dessas distâncias fixas é feita com o auxílio de uma mira, que acompanha o aparelho, ou por medição directa no terreno com a fita. No caso de se usar a mira do aparelho para nos localizar-mos à distância pretendida pela escala de altura escolhida, o procedimento será o seguinte:

- ❑ a mira é colocada na árvore de modo a ser visível ao operador e do lado em que se apresenta a banda referente à distância que se pretende;
- ❑ com a ajuda do dióptero do instrumento, o operador irá visar a mira, observando através daquele duas imagens da banda 0 e da banda da distância em questão;
- ❑ quando o operador se encontrar à distância correcta as imagens desfazadas de cada banda sobrepõem-se, observando-se agora apenas uma imagem das bandas. Assim, o operador terá que se aproximar ou afastar da árvore a medir, até obter a coincidência das duas imagens das bandas. Nesta circunstância estará à distância pretendida, podendo agora passar à realização das miradas, para o topo da árvore e para a base da árvore, para a obtenção da sua altura total.



Legenda: 12 e 13 - distância do ponto de estação à árvore inferior ou superior a 15 m; 14 - distância do ponto de estação à árvore pretendida e igual a 15 m.

FIGURA 3.9. Hipsómetro de Blume-Leiss - visualização da mira através do dióptero

Sendo as distâncias correspondentes a cada *escala referidas ao plano horizontal*, quando nos encontramos numa *situação de terreno inclinado haverá que corrigir o seu efeito*. Tal, poderá ser realizado de duas maneiras:

- ❑ antes de realizar a medição da altura, proceder à correcção da distância do ponto de observação em relação à inclinação do terreno ou
- ❑ realizar a medição da altura e posteriormente corrigir a altura estimada do efeito da inclinação do terreno.

Em qualquer um dos casos atrás referidos, haverá que proceder à determinação da inclinação do terreno. Nesse sentido, o hipsómetro apresenta uma escala graduada em graus. O procedimento a realizar é o seguinte:

- ❑ o operador fará uma mirada paralela à linha de inclinação do terreno, ao nível dos seus olhos, procedendo à leitura na referida escala.

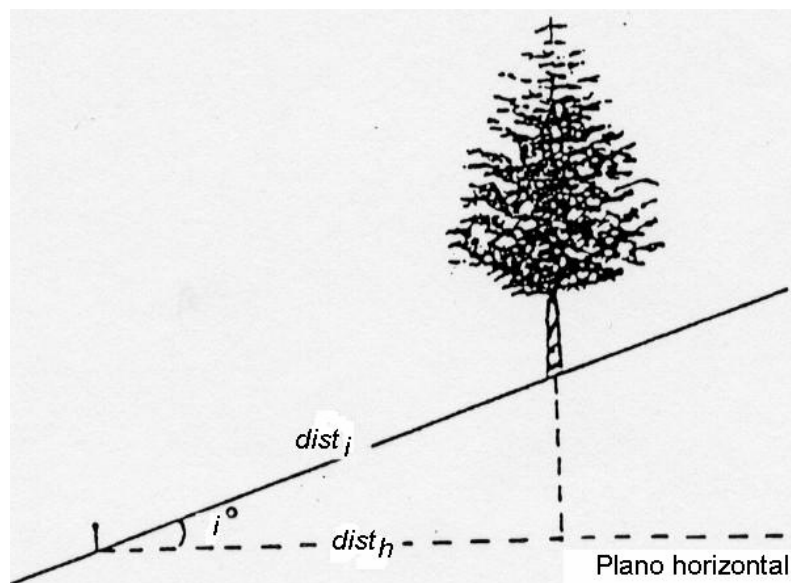


FIGURA 3.10. Medição da inclinação do terreno

Caso se disponham de tabelas de conversão que nos forneçam as distâncias em terreno inclinado correspondentes às distâncias horizontais pretendidas, em função do ângulo de inclinação do terreno será mais prático determinar-se a distância corrigida para o terreno inclinado e proceder em seguida à medição da altura da árvore. A medição da distância corrigida será realizada com a fita métrica e não com a mira. A determinação da distância inclinada correspondente à distância em terreno plano pretendida é obtida utilizando a seguinte relação trigonométrica, deduzível da figura em cima apresentada:

$$dist_i = \frac{dist_h}{\cos i}$$

onde, $dist_i$ - distância em terreno inclinado;

$dist_h$ - distância referida no plano horizontal;

i - inclinação do terreno em graus.

Após a localização do ponto de estação, proceder-se-á à realização das miradas para determinação da altura total da árvore em questão.

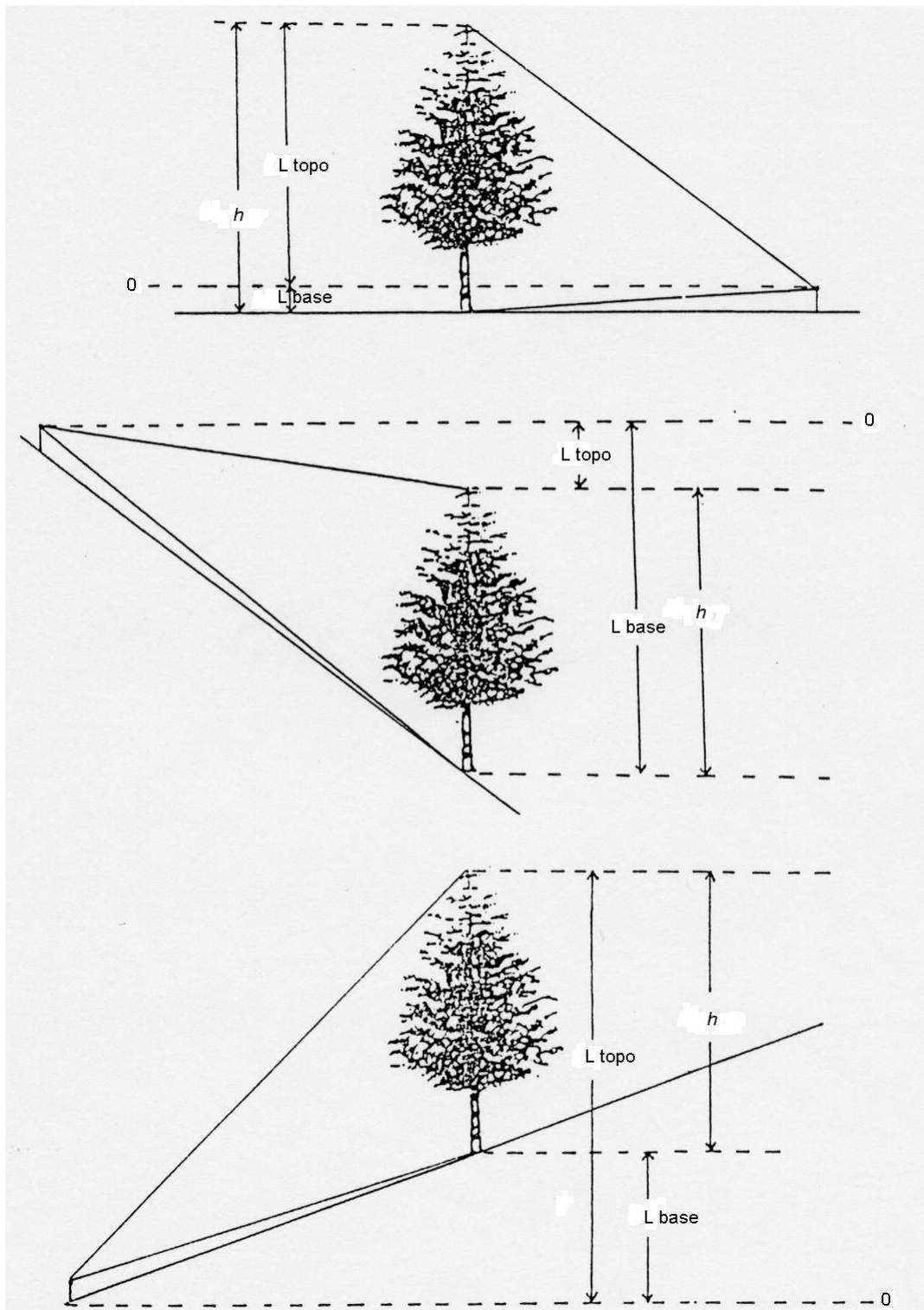


FIGURA 3.11. Situações de medição: terreno plano, terreno inclinado descendente e ascendente (Husch *et al.*, 1982)

A altura total da árvore será:

$$h = L_{\text{topo}} - L_{\text{base}}$$

onde, h - altura total;

L_{topo} - leitura da mirada para o topo da árvore;

L_{base} - leitura da mirada para a base da árvore.

As leituras obtidas para o lado esquerdo do zero da escala apresentam sinal negativo e as da direita, positivo. Neste caso, há apenas que tomar em atenção o sinal que o valor das miradas L_{topo} e L_{base} apresentam.

A outra aproximação para resolver o problema da inclinação do terreno, é proceder à determinação do ponto de estação como se o terreno fosse plano, determinando em seguida a altura da árvore, como atrás foi exposto. Como se pode aperceber, a altura assim obtida vem determinada *por excesso*, pois que se realizou o *ponto de estação a uma distância menor do que aquela preconizada na respectiva escala das alturas*. Para corrigir o erro cometido, o hipsómetro apresenta uma tabela de correcção impressa num dos lados do aparelho. A escolha do factor de correcção a usar é nos dado em função da inclinação que o terreno apresenta no alinhamento árvore - ponto de estação. Assim, a altura total da árvore será:

$$h = h' - (h' \times \text{Factor de correcção})$$

onde, h - altura total;

h' - altura total medida sem correcção da inclinação do terreno.

A medição das *alturas parciais* é efectuada nos mesmos moldes que a da altura total da árvore. Ou seja, é definida pela diferença das miradas superior e inferior dos pontos que definem a altura parcial em questão.

O *Suunto* é um aparelho de fácil e rápida leitura, apresentando duas escalas ópticas: uma para a medição das alturas e outra para a medição da inclinação do terreno.

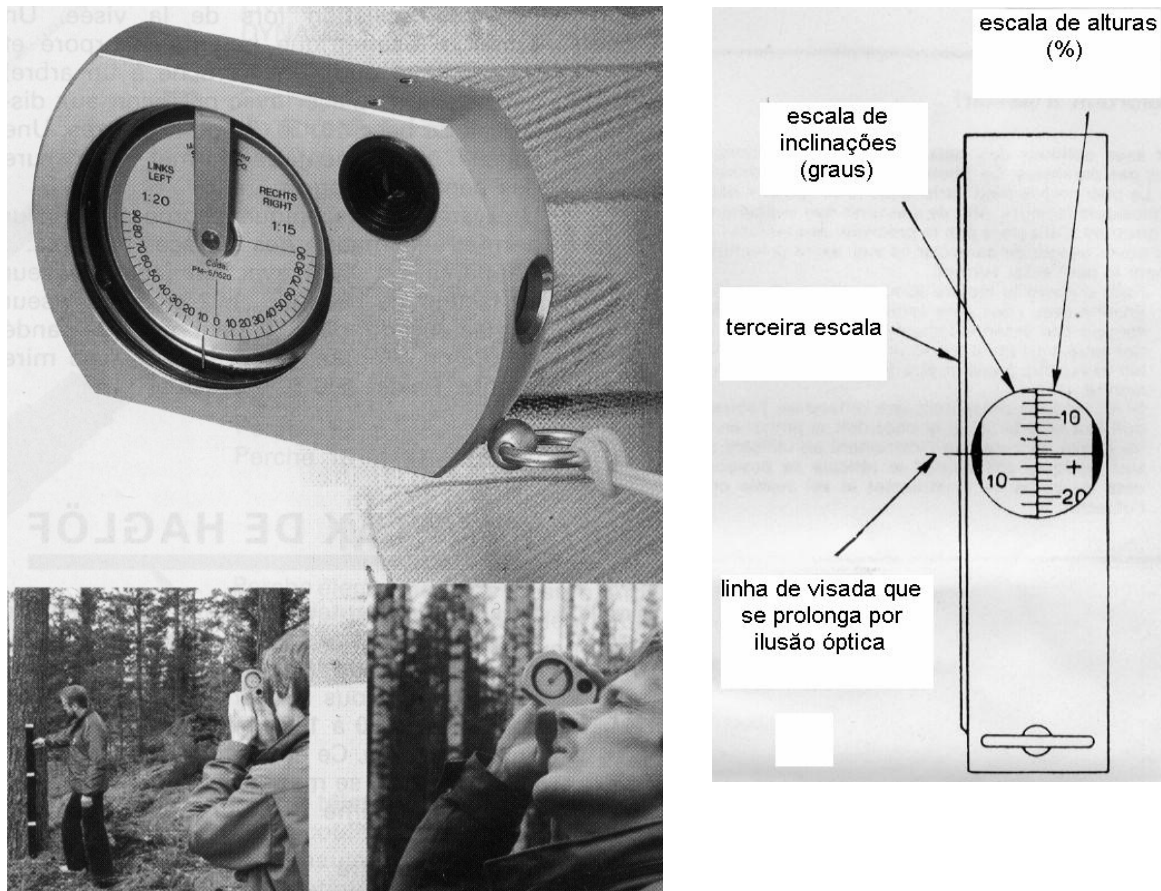


FIGURA 3.12. Suunto

A escala da esquerda mede a inclinação do terreno em graus. A escala da direita mede alturas em *percentagem da distância a que se localiza o ponto de observação*. Trata-se assim, de um aparelho aplicável para *distâncias variáveis* do ponto de observação à árvore. No sentido de simplificar os processos de cálculo para a determinação da altura total da árvore ou de outra qualquer altura, e.g. localiza-se o ponto de observação a distância de 10, 20m ou outros quaisquer múltiplos de 10. Existem, no entanto, também Suuntos para distâncias fixas do ponto de observação, que dispõem de um dióptero e uma mira de distâncias fixas.

Para se proceder à determinação da altura da árvore ou da inclinação do terreno, a realização das miradas e a leitura dos correspondentes valores nas escalas é feita com *ambos os olhos abertos*. O traço médio inscrito na lente é prolongado por ilusão óptica, proporcionando a localização do ponto a medir na árvore (mirada) com uma das vistas,

enquanto que com a outra se lê na escala o respectivo valor obtido. Em geral, lê-se o valor obtido na escala com a vista direita, enquanto que com a vista esquerda se faz a mirada. Os eixos ópticos de certas pessoas não são paralelos. No sentido de assegurar que este fenómeno não afectará a precisão das leituras e sugerido que o operador afira a sua vista previamente, realizando uma leitura com ambos os olhos abertos e depois fechando a vista livre. Se a leitura não variar apreciavelmente, não existe desvio dos eixos e ambos os olhos podem ser mantidos abertos.

Para a *determinação da altura total*, basta localizar o ponto de observação a uma distância da árvore, tal que, se obtenha uma boa visualização do topo e da base da árvore e preferencialmente sempre a uma distância superior a 1 a 1.5 vezes a altura que a árvore parece apresentar. Também aqui, temos que considerar o problema da inclinação do terreno, que irá ser resolvido em moldes semelhantes ao apresentado para o hipsómetro de Blume-Leiss. No caso de dispor de tabelas de conversão das distâncias horizontais nas correspondentes em terreno inclinado, será de proceder à correcção da inclinação do terreno antes de realizar as miradas para a estimativa da altura total da árvore, pois que as leituras das miradas na escala percentual estão referenciadas para distâncias horizontais.

$$h = \frac{L_{\text{topo}} - L_{\text{base}}}{100} \times \text{dist}_h$$

onde, h - altura total;

L_{topo} - leitura da mirada para o topo da árvore;

L_{base} - leitura da mirada para a base da árvore;

dist_h - distância horizontal do ponto de observação à árvore.

Há que tomar em atenção o sinal que o valor das miradas LT e LB apresentam.

O erro provocado pela inclinação do terreno pode ser insignificante na maior parte dos casos, quando a inclinação é pequena, no entanto, este aumenta à medida que o ângulo da inclinação também aumenta. Quando não se proceda à correcção da inclinação antes de proceder às miradas dever-se-á corrigir a altura resultante do efeito da inclinação

A altura total da árvore será:

$$h = h' \times \cos i$$

Quando se pretenda obter medições mais exactas ou em casos especiais de inclinação do terreno, deve-se realizar duas ou mais medições da altura, obtendo a média dessas medições.

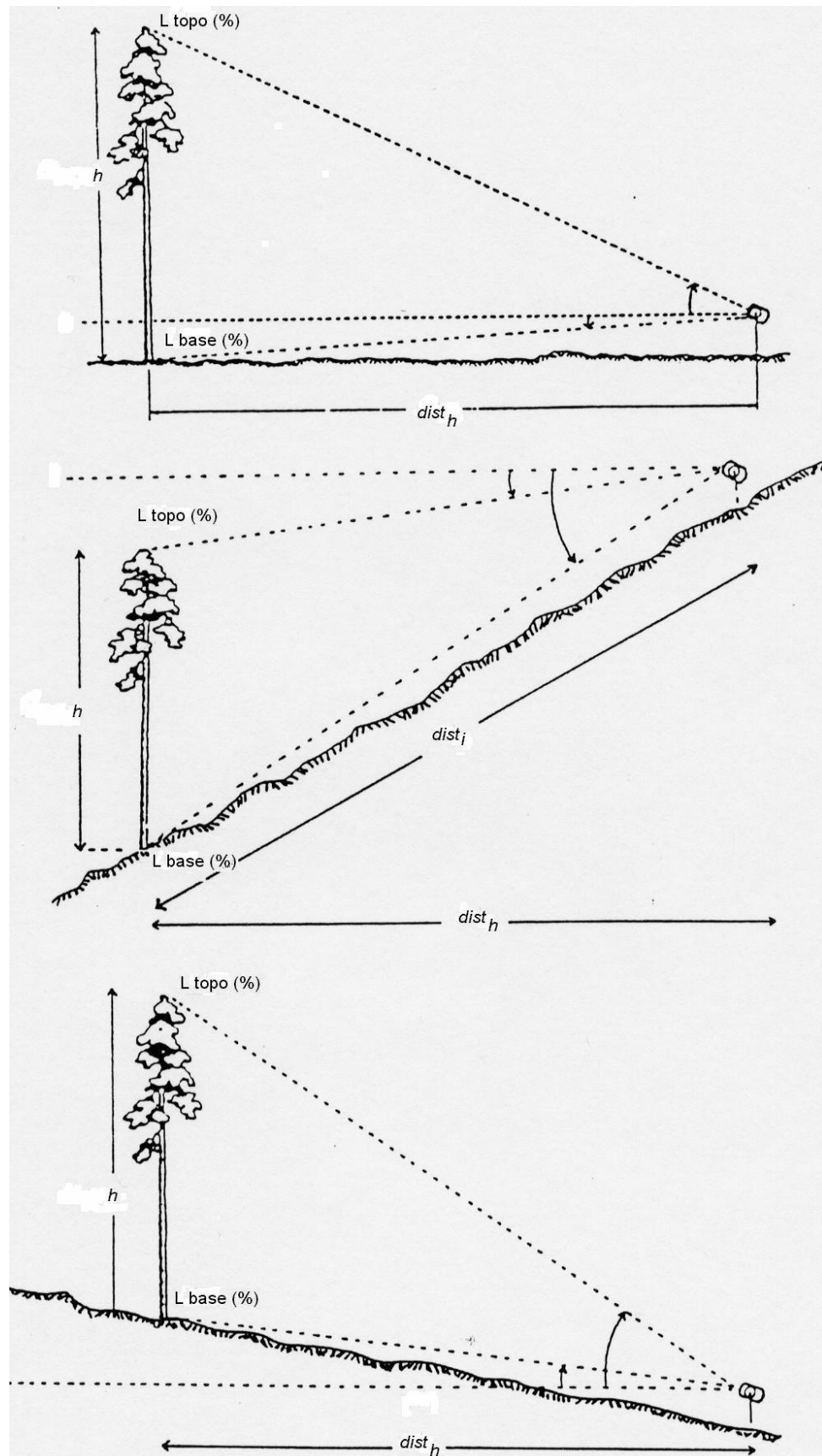


FIGURA 3.13. Situações de medição: terreno plano, terreno inclinado descendente e ascendente (Avery e Burkhardt, 1983)

O Vertex é um hipsómetro que tem incorporado um telémetro que usa sinais ultra-son que permite medir distâncias horizontais com a ajuda de uma mira activa (“transponder”) que se fixa à árvore a que se vai medir a altura, e. g. ao 1.30 m.

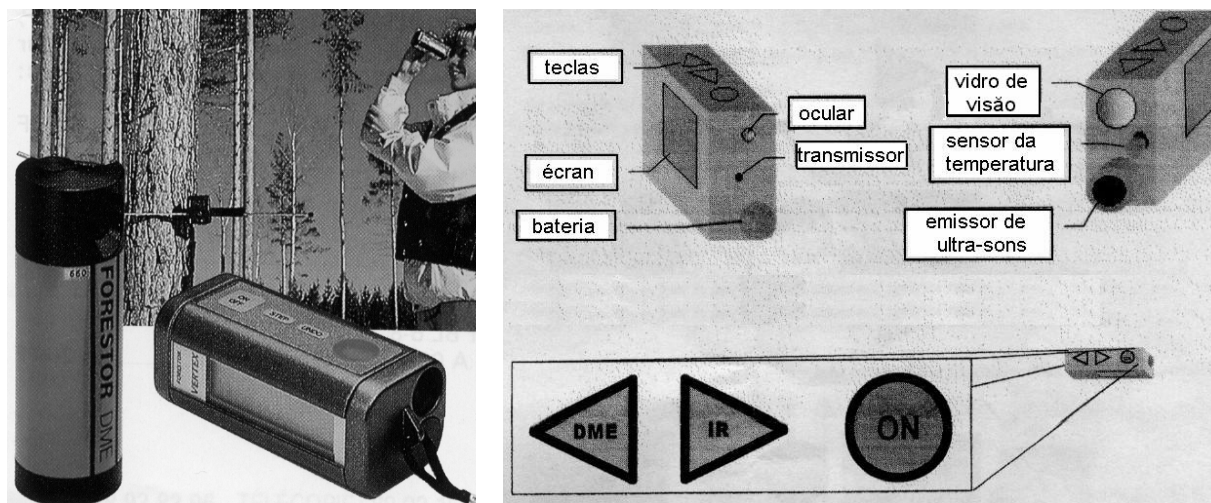


FIGURA 3.14. Vertex

Este aparelho permite medir alturas, distância, ângulos, inclinações e a temperatura do ar. Para a medição da(s) altura(s) da árvore o operador coloca-se a uma distância sensivelmente equivalente ou superior à altura da árvore num ponto de estação de boa visibilidade. O Vertex permite obter até 6 alturas diferentes por árvore. As medições devem sempre ser realizadas com o aparelho na vertical. O valor da altura é fornecido automaticamente num écran digital. As miradas são facilitadas por um ponto luminoso no visor materializando o eixo do aparelho.

A altura da árvore é obtida por métodos trigonométricos a partir da medição da distância do ponto estação à árvore e dos ângulos da miradas. A medição da distância horizontal do ponto estação à árvore pode ser medida manualmente e introduzido o valor no Vertex ou por medição automática com o próprio Vertex usando o transponder. Usando a aparelho como medidor de distância acciona-se o botão DME, o texto do écran digital do aparelho roda 90° para melhor visualizar os dados.

O Vertex é extremamente sensível às diferenças de temperatura, por isso antes de proceder às medições há que deixar que este estabilize à temperatura ambiente. O sensor da temperatura localiza-se à frente no aparelho, devendo-se evitar tocar-lhe com as mãos. Antes de se proceder à calibração do aparelho deve-se, também, deixar que este estabilize à temperatura ambiente. A calibração é realizada automaticamente bastando para isso o operador colocar-se a um ponto de estação de 10 m e accionar no menú do aparelho a calibração.

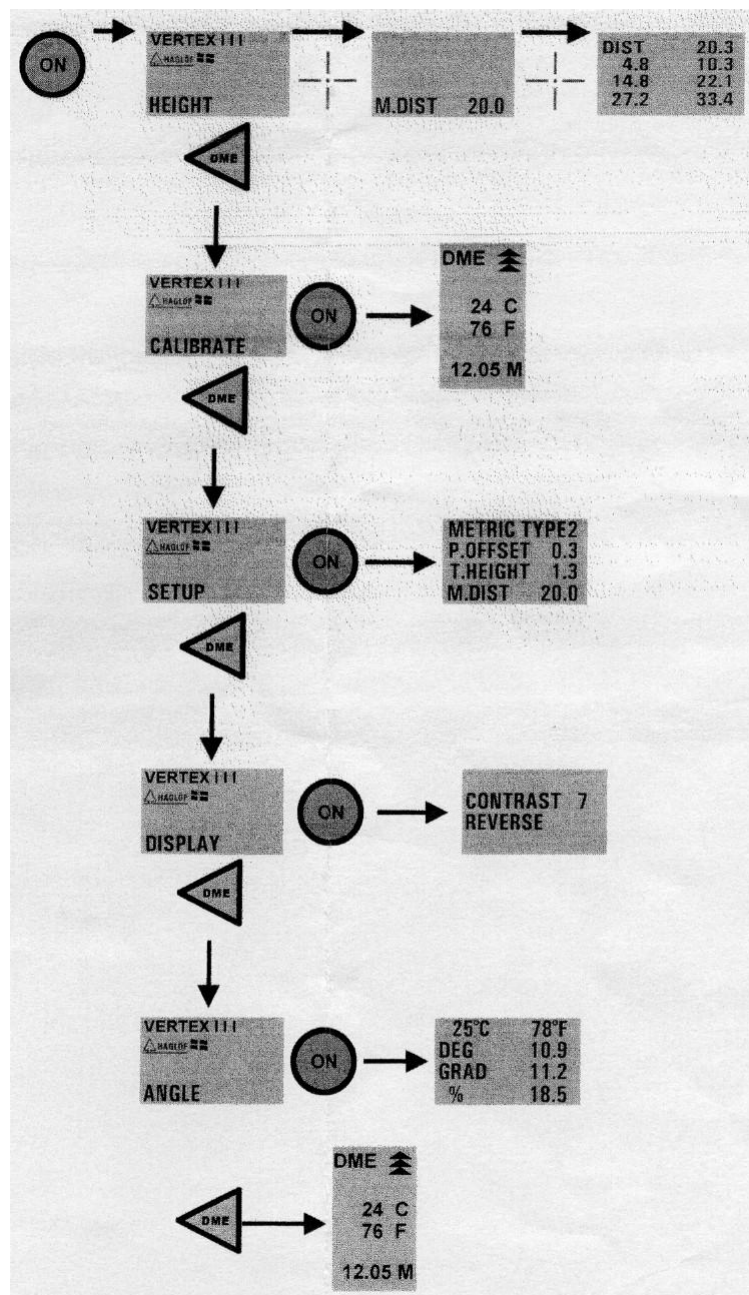


FIGURA 3.15. Menú de operações do hipsómetro Vertex

Para além, dos aparelhos atrás descritos, Blume-Leiss, Suunto e Vertex, existem também outros instrumentos que podem funcionar como hipsómetros, como sejam, o Relascópio de espelhos de Bitterlich e o Telerelascópio. Estes serão posteriormente analisados, dado a sua multiplicidade de funções.

3.1.2.2. Normas de medição das alturas

Segundo Loetsch *et al.* (1973), para que a determinação da altura, através dos hipsómetros, seja tanto quanto possível a mais correcta, deve-se ter em atenção o seguinte:

- a escolha do ponto de observação, onde se vai proceder às medições deve ser o mais conveniente, de modo que:
 - a base e a flecha da árvore estejam bem visíveis permitindo realizar as respectivas miradas;
 - se evite a forma desfavorável do tronco;
 - se evite que os ramos ou a densidade do povoamento ou do sub-bosque impeçam uma boa visão do conjunto;
 - se evite o efeito da inclinação do tronco

- a medição da altura deve ser sempre realizada no plano vertical, ainda que as árvores se apresentem inclinadas:

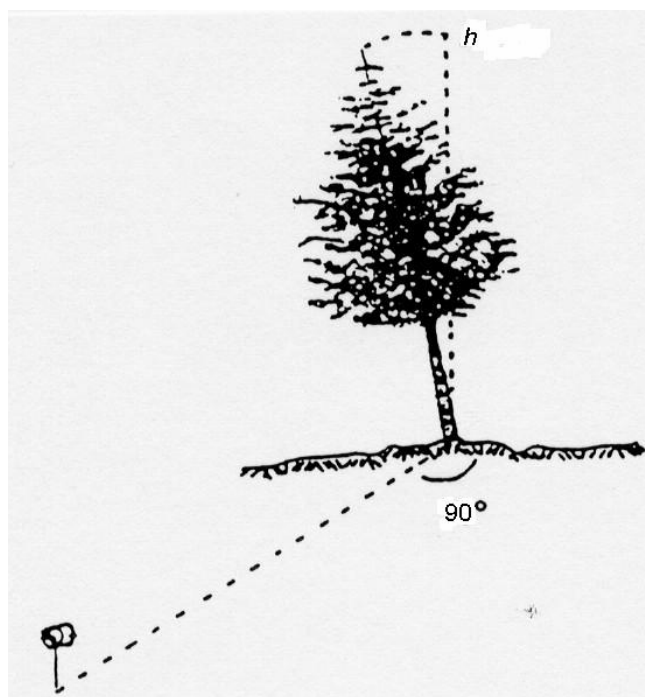


FIGURA 3.16. Medição de árvores inclinadas

- a medição da altura das árvores inclinadas deve-se realizar a partir de um ponto de observação que esteja localizado perpendicularmente à sua inclinação. No caso de se proceder a medição em árvores quer inclinadas na direcção do operador quer em sentido oposto deste, estar-se-á a cometer um erro na determinação da altura.
- a mirada para o topo da árvore, no caso das árvores que não tenham uma flecha bem distinta, deve ser efectuada tangente ao ponto mais alto da copa. Exigem assim, um maior cuidado na medição da altura, as árvores de copa redonda do que as de copa cónica.
- a distância que o operador deve escolher para a localização do ponto de observação, deve ser maior ou igual a altura que a árvore apresenta.
- os métodos e instrumentos de medição a empregar devem estar de acordo com a exactidão requerida.

3.1.2.3. Erros associados à determinação das alturas

Na determinação das alturas, podem ocorrer erros decorrentes das características do objecto a medir, erros instrumentais e/ou erros de medição.

A altura da árvore só poderá ser correctamente determinada se a base e o topo da árvore forem simultaneamente bem visíveis. Quanto mais denso é o povoamento mais difícil se torna encontrar o sítio óptimo para se proceder à visada. Poderá ocorrer também a existência de sub-bosque, que encubra a base da árvore, havendo que determinar uma base alternativa ou inclusivamente mudar de ponto de observação.

Nem sempre é fácil estimar a altura de árvores que não apresentem uma definida dominância apical. Este aspecto é particularmente pertinente, no caso das folhosas (copa arredondadas, côncavas, em forma de sombrinha ou cesto). Quando não se visa exactamente o topo da árvore ocorre um erro por excesso que será tanto maior quanto mais curta for a distância do observador à árvore e quanto mais alta for a árvore. Para alturas superiores a 35m podem-se realizar sobrestimativas até aos 10% de erro (Loetsch *et al.*, 1973). O procedimento a aconselhar neste caso será realizar a mirada superior, tentando imaginar uma tangente que interceptará a copa da árvore no eixo vertical desta, de modo a que a altura estimada se aproxime o mais possível da sua altura real.

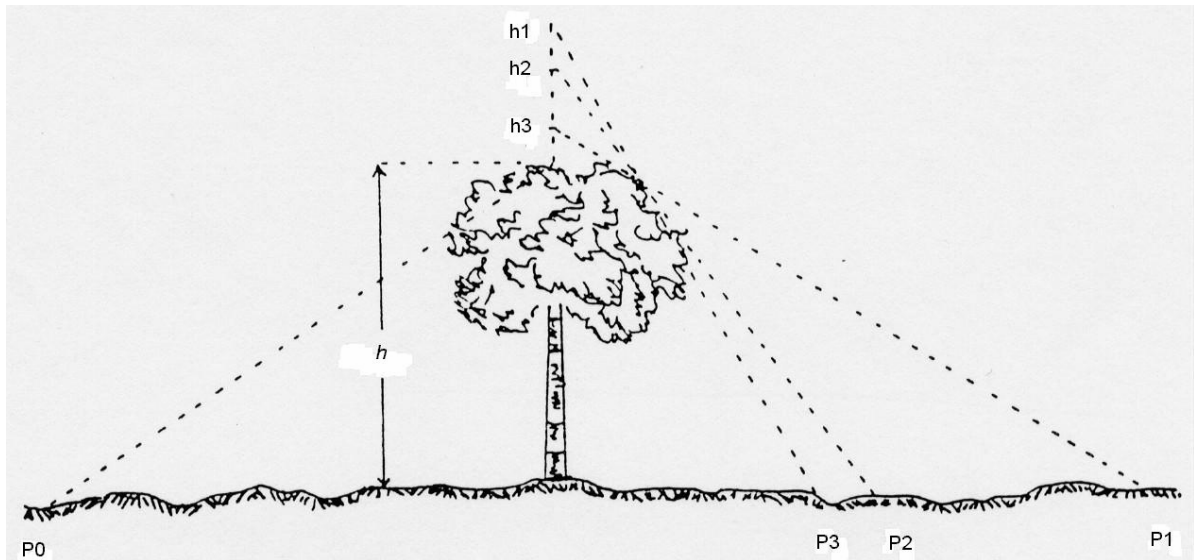


FIGURA 3.17. Medição de árvores de copa redonda

Como já foi referido, ao proceder-se à medição de árvores inclinadas na direcção do operador como no sentido oposto, comete-se um erro na determinação da respectiva altura. Como se pode depreender pelas figuras, a estimativa da altura virá afectada de erro por excesso quando a medição é realizada com a árvore inclinada para o operador ou de um erro por defeito quando a árvore se encontra inclinada no sentido oposto. Tal acontece pois que, as leituras do hipsómetro são referidas ao plano vertical para cada ponto de observação, e neste caso, ao proceder-se à mirada de topo, nas circunstâncias apresentadas, estar-se-á a obter o valor de c' em vez do valor correcto c (Loetsch *et al.*, 1973).

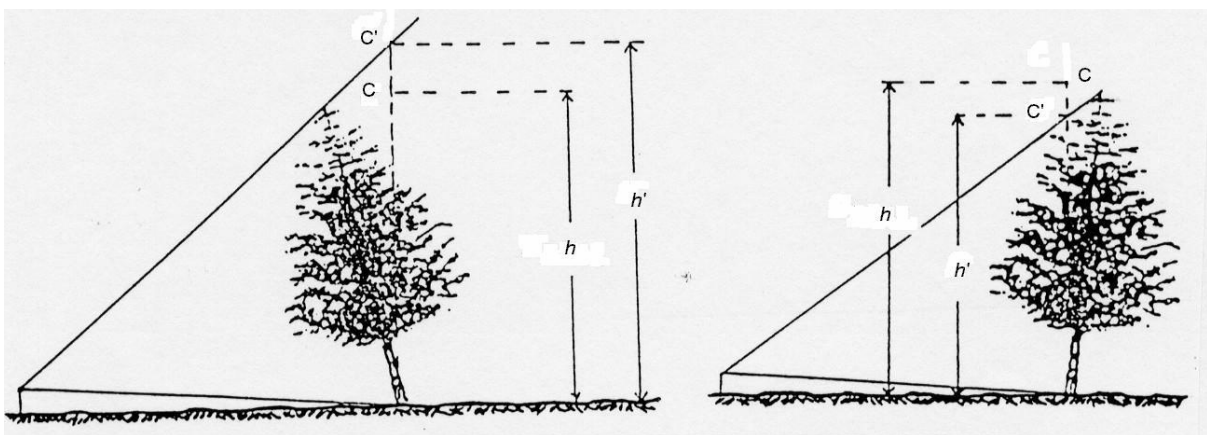


FIGURA 3.18. Medição de árvores inclinadas

O erro cometido será tanto maior quanto maior for a inclinação da árvore e quanto mais perto se localizar o ponto de observação. No sentido de minimizar o erro que ocorre nestes casos, deve realizar-se ponto de observação segundo a perpendicular a inclinação da árvore e proceder a mirada de topo projectando-a para o plano vertical (Loetsch *et al.*, 1973). Quando se verifica vento forte, ocorrem momentaneamente situações de erro semelhantes às descritas anteriormente. Neste caso, há que esperar que a flecha deixe de oscilar e volte à posição vertical de modo a que se realize a medição em condições correctas.

A não correcção do efeito da inclinação do terreno cria uma situação de erro na estimativa da altura da árvore, que será tanto mais grave quanto maior for a inclinação do terreno e mais perto se localizar o ponto de observação. Tal facto, advém das escalas dos hipsómetros se encontrarem referidas a distância horizontal para o respectivo ponto de observação. Assim, em terreno inclinado, o ponto de observação situar-se-á a uma distância *inferior à pretendida na horizontal*, o que provocará um *erro por excesso na avaliação da altura da árvore*, se não se proceder posteriormente à sua correcção (Marques, 1981). Os procedimentos correctos serão:

- corrigir a distância inclinada, realizando ponto de observação em B, obtendo-se a altura correcta da árvore ou,
- realizar ponto de estação em A, portanto a uma distância inferior a distância horizontal pretendida e obter a altura. Corrigir depois esta altura em função da inclinação do terreno.

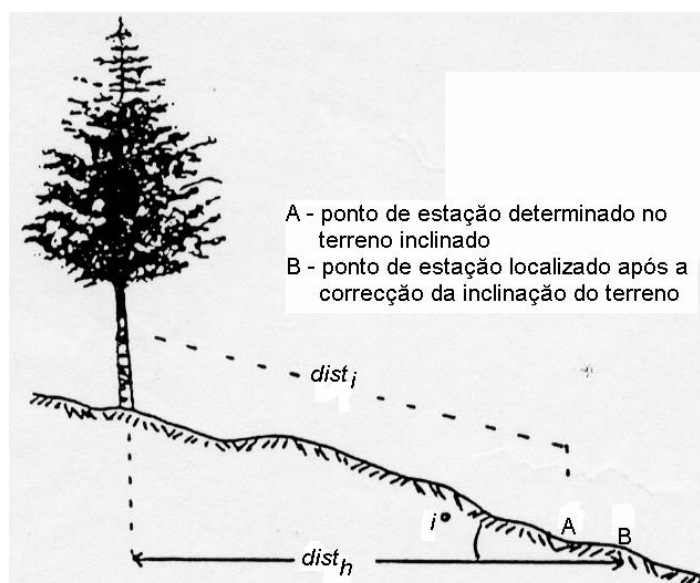


FIGURA 3.19. Efeito da inclinação do terreno

Vejamos como o facto de não se realizar o ponto de observação à distância preconizada na escala do aparelho afecta a estimativa da altura da árvore. Como foi já referido os hipsómetros analisados baseiam o seu funcionamento em princípios trigonométricos. Ou seja, por definição, a altura da árvore será:

$$h = dist_h \times \text{tang } w$$

Assim, realizando a leitura na escala dos 15 m, em terreno plano, coincidindo a mirada para a base com o plano horizontal e realizando a mirada para o topo com uma inclinação de 45°, a altura total da árvore será obtida por:

$$h = 15 \times \text{tang } 45^\circ = 15 \text{ m.}$$

Quando se realiza o ponto de observação mais longe do que o pretendido na escala das alturas do aparelho, a abertura angular será menor do que a que devia ocorrer, obtendo-se uma estimativa da altura por defeito. Esta é a situação que ocorre mais frequentemente, sendo exemplo a localização do ponto de observação em terreno inclinado, sem se proceder a correcção em relação à distância horizontal pretendida. Por exemplo:

$$h = 15 \times \text{tang } 43.5^\circ = 14 \text{ m.}$$

Quando se realiza o ponto de observação mais perto do que o pretendido na escala das alturas do aparelho, a abertura angular será maior do que a que devia ocorrer, obtendo-se uma estimativa da altura por excesso. Por exemplo:

$$h = 15 \times \text{tang } 46.9^\circ = 16 \text{ m.}$$

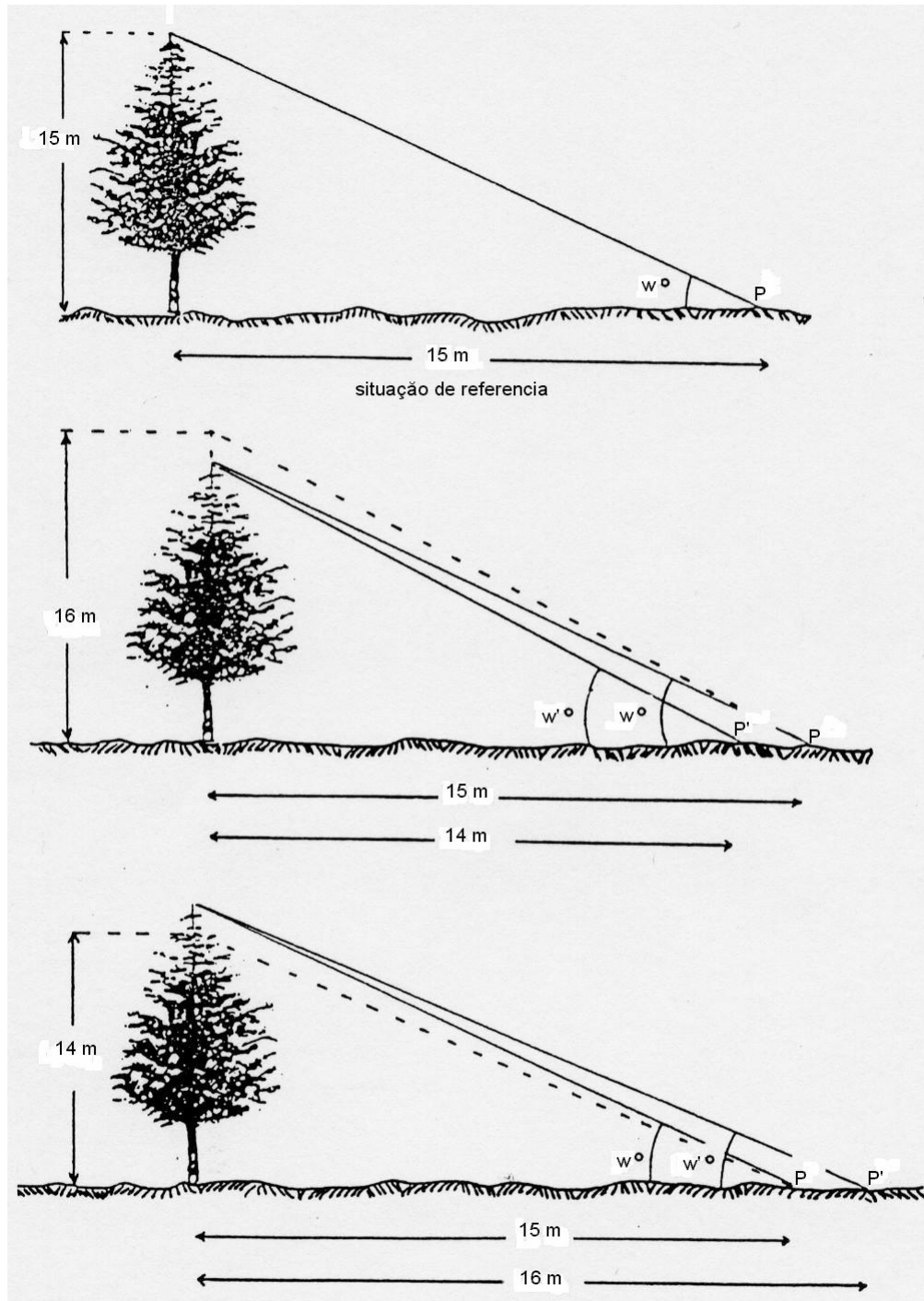


FIGURA 3.20. Efeito da localização do ponto de observação (Marques, 1981)

O grande número de hipsómetros existentes, reflecte o facto de não existir nenhum instrumento ideal: que seja de fácil e rápido manejo, de grande rigor, baixo custo e que apresente longa duração. Encontram-se porém, hipsómetros que se usados em condições favoráveis conduzem a erros da ordem de 1 a 2% (Gomes, 1957).

Também podem ocorrer defeitos por negligência de manutenção e tratamento do aparelho. O Blume-Leiss, por exemplo, é um aparelho muito sensível à humidade, havendo por isso, que tomar as devidas precauções. Nos modelos mais antigos deste hipsómetro, dado a circunstância de se poder manter o pêndulo ou travado ou destravado, era também frequente ocorrer avarias, por descuido, de não se travar o pêndulo após as medições. O pêndulo podia ficar desgobernado, não se movendo com a sensibilidade do movimento que se estava a executar. No entanto actualmente, tal situação já não acontece pois que, os modelos mais recentes, por concepção, apresentam o(s) pêndulo(s) sempre travado(s), sendo apenas liberto(s) no acto da medição.

A medição da altura das árvores requer prática, habilidade e confiança. A maior parte dos erros ocasionados podem ser minimizados com o treino e por supervisão. As causas dos principais erros são:

- ❑ má técnica de recolha das leituras: não verificar as regras elementares da medição das alturas;
- ❑ manuseamento incorrecto do aparelho;
- ❑ má visão.

Podemos afirmar também, que é nos povoamentos densos e/ou em situações de terreno montanhoso que se criam as condições mais propícias a ocorrência de erros. Porém, apesar de ser impossível eliminar completamente as várias causas de erro, se o número de árvores medidas num povoamento for muito elevado, produzindo erros positivos e negativos, estes tenderão frequentemente a compensar-se mutuamente. Sendo assim, obter-se-á um erro total menor e de carácter aleatório (Marques, 1981).

3.1.3. A idade da árvore

A *idade* é uma variável importante quando se pretenda fazer estudos de crescimento e produção e para a exploração das matas (idade de corte). A melhor prova para a determinação da idade de uma árvore ou de um povoamento são os registos de plantação ou de sementeira. Quando não existe informação da idade das árvores de um povoamento há que recorrer a métodos indirectos para a sua determinação.

De uma forma expedita e pouco rigorosa, a observação do porte e da casca da árvore ou na contagem dos verticilos dos ramos quando estes são evidentes dão-nos uma ideia da idade da árvore. No entanto, como é sabido, o tamanho da árvore e o seu desenvolvimento nem sempre é factor condicionante para a apreciação da idade, pois que

em condições do meio não favoráveis ao seu desenvolvimento o indivíduo pode apresentar um porte anormal. Contudo, existem características de conformação da árvore e aspecto da sua casca que podem de facto ser decisivas na apreciação final da idade. Por exemplo, o rasar da copa, o avermelhamento e o alisar da carrasca no pinheiro bravo (Gomes, 1957). A contagem dos verticilos só pode servir de base para a determinação da idade quando estes forem nítidos, embora poucas espécies que nos facultem tal caso. Por exemplo, a *Araucaria excelsa*. Assim, tendo em conta o que atrás ficou referido, tratam-se de métodos aproximados que não oferecem o rigor necessário para serem utilizados em estudos mais cuidados, apesar de na prática diária do florestal serem bastante úteis.

Nas espécies resinosas das zonas temperadas, em que o seu crescimento de um modo geral, que se caracteriza por interrupções que se dão em concordância com o decorrer das estações, o engrossamento do tronco é originado pela formação de anéis de crescimento nítidos durante o período de crescimento. A observação e contagem dos anéis de crescimento para efeitos de determinação da idade da árvore é um método rigoroso e fácil pois que, estes se apresentam bem diferenciados, sendo mesmo possível em cada camada anual segregar o crescimento de Primavera e o de Outono. O crescimento de Primavera aparece-nos como uma zona mais clara enquanto que o de Outono como uma zona mais escura. No entanto, tal já não é tão fácil na maior parte das folhosas, principalmente naquelas que apresentam um crescimento contínuo.

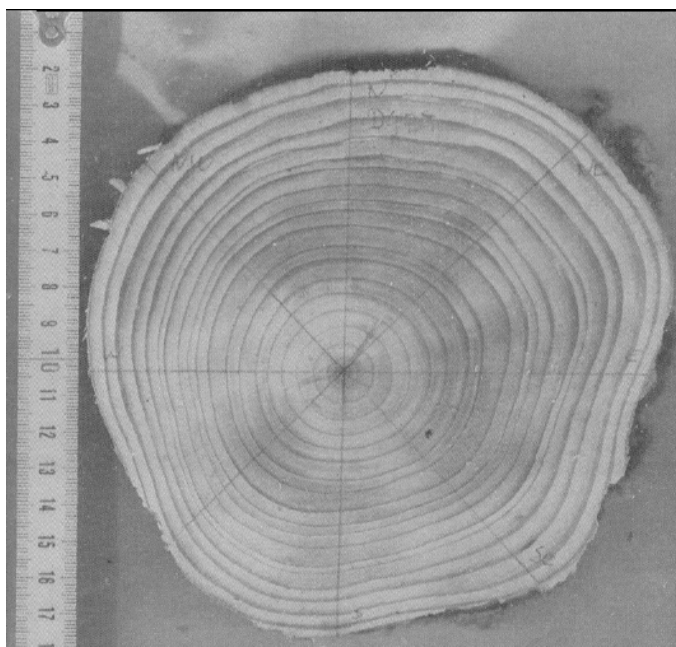


FIGURA 3.21. Anéis de crescimento numa rodela de tronco de pinheiro bravo

A existência de falsos anéis ou falsas zonas de outono, devido a uma redução da intensidade de crescimento pode dificultar a determinação da idade. Tal facto, pode ter na sua base diversas causas, por exemplo, desfoliação, grande secura, traumatismos importantes no sistema radicular, etc. Um modo de ajudar a distinguir os falsos anéis é verificar se estes anéis acompanham todo o perímetro do tronco. Estes também, em geral, se apresentam mais finos e menos carregados do que aqueles que se formam no termo de uma verdadeira camada anual. Em última análise, um exame microscópico permite detectar essa anomalia (Gomes, 1957).

Mais raramente, poderá acontecer a falta de camadas anuais, em consequência de certa dormência vegetativa ao longo de toda a estação. Existem também, casos de árvores dominadas por árvores vizinhas e em anos de excepcional secura, o que falseará a determinação da sua idade. Quando a contagem se torna difícil ou se deparam casos duvidosos, deve-se recorrer às seguintes técnicas:

- ❑ analisar uma estreita zona da secção de contagem;
- ❑ proceder a cortes inclinados que aumentem a distância observável entre sucessivas linhas de fecho;
- ❑ utilizar corantes, ficando as zonas mais porosas mais intensamente coradas ou seja a camada de Primavera;
- ❑ proceder a cortes muito finos que permitirão a observação das camadas por transparência;
- ❑ utilizando a lupa.

A determinação da idade deve ser realizada ao nível do solo, logo acima do colo da planta. A contagem dos anéis pode realizar-se na secção transversal do cepo quando a árvore é abatida. No entanto, se por impossibilidade esta tiver que ser realizada à altura do cepo ou a outra altura qualquer, haverá que lhe acrescentar os anos que a planta levou a atingir aquele nível. Tal, poderá ser determinado por análise das plantas jovens em redor e que apresentem essa altura (Gomes, 1957).

No caso das árvores em pé há que recorrer ao uso da verruma de Pressler para a extracção de rolos de lenho e nestes proceder á contagem dos anéis. A verrumada efectuar-se-á, de modo geral, à altura do *DAP* e em direcção à medula da árvore, convindo fazer penetrar a verruma o suficiente para que haja garantias que a medula foi ultrapassada ou pelo menos atingida. Recomenda-se particular atenção no caso dos troncos de secção transversais elípticas (Gomes, 1957).



FIGURA 3.22. Verruma de Pressler

A verruma de Pressler consta de uma verruma accionada por uma haste, a sua extremidade cortante será encostada firmemente à casca da árvore, no local escolhido para realizar esta operação. Imprime-se a verruma um movimento de rotação. Enquanto a verruma não pega, o operador roda e comprime o instrumento de encontro ao tronco, tendo o cuidado de evitar esforços não perpendiculares, que é uma das causas principais de quebra do instrumento. Depois da verruma pegar basta continuar com a rotação, até que se considere ultrapassada a medula. Em seguida, introduz-se o extractor no interior da verruma, após o que se imprime um quarto de volta em sentido contrário ao da rotação inicial, com o intuito de quebrar a extremidade do rolo. Após tais procedimentos, retira-se o extractor, o qual mercê da serrilha que possui na extremidade arrasta para o exterior o rolo de lenho já individualizado (Gomes, 1957). Convém extrair a verruma sem demora evitando-se, assim, as pressões exercidas pelo inchar do lenho, bem como, as aderências motivadas pelas secreções que ocorram. As verrumadas são preservadas p.e. mergulhando-as logo após a extracção em tubos de vidro com gasolina. A verruma deve estar sempre bem limpa e oleada em especial a rosca, a extremidade cortante deve estar bem afiada.

Como já se referiu atrás, no caso de se realizar a verrumada ao nível do *DAP*, haverá que depois se somar a contagem dos anéis a esse nível os anos que a planta levou até atingir essa mesma altura.

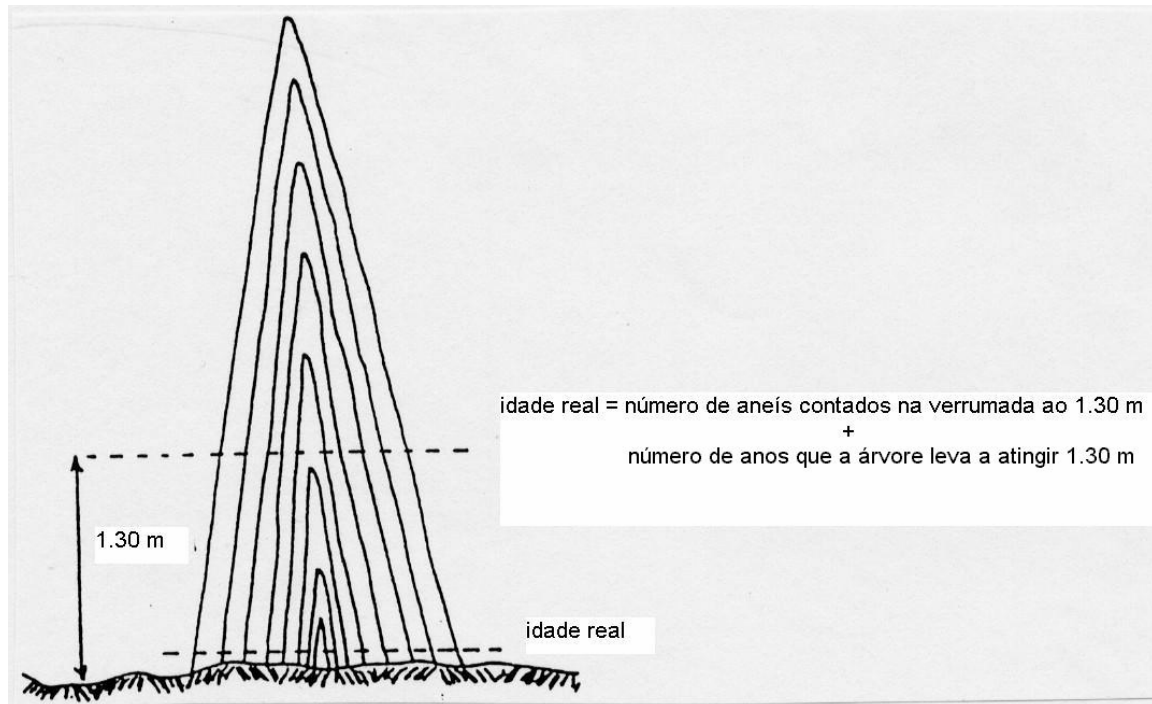


FIGURA 3.23. Idade da árvore

PRÁTICA

- **Apresentação dos aparelhos de medição de diâmetros, alturas e inclinação/declive. Seu funcionamento.**

LIÇÃO Nº 4

PRÁTICA

- **Treino campo - Instalação de parcelas de área fixa. Treino de medição de diâmetros e alturas. Manuseamento de bússolas para determinação de azimutes e delimitação de parcelas no terreno. Correção de inclinações/declives para distâncias na horizontal - manuseamento de clinómetros.**

EXERCÍCIO 1 - Instalação de uma parcela quadrada de 10x10m (100 m²). Recolha de dados. Medição de diâmetros com a suta. Medição de alturas com o Blume-Leiss. Normas de medição. Preenchimento de ficha de campo.

EXERCÍCIO 2 - Instalação de uma parcela circular de raio de 5.64m (100 m²). Recolha de dados. Medição de diâmetros com a fita de diâmetros. Medição de alturas com o Suunto. Normas de medição. Preenchimento de ficha de campo.

FICHA DE MEDIÇÕES
Parcela rectangular de 10x10m

Arv. nº	<i>d</i> (cm)	<i>h</i> (m)	Arv. nº	<i>d</i> (cm)	<i>h</i> (m)
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

EQUIPE: _____ **DATA:** ___ / ___ / _____

FICHA DE MEDIÇÕES
Parcela circular de raio=5.64m

Arv. nº	d (cm)	h (m)	Arv. nº	d (cm)	h (m)
1			21		
2			22		
3			23		
4			24		
5			25		
6			26		
7			27		
8			28		
9			29		
10			30		
11			31		
12			32		
13			33		
14			34		
15			35		
16			36		
17			37		
18			38		
19			39		
20			40		

EQUIPE: _____ **DATA:** ___ / ___ / _____

LIÇÃO Nº 5

PRÁTICA

3.2. Variáveis ao nível do povoamento

3.2.1. A idade dos povoamentos. Estrutura dos povoamentos.

Existem dois tipos de estrutura dos povoamentos típicas, a estrutura regular e a estrutura irregular, embora sobre condições naturais possam existir gradações entre as duas. Os *povoamentos regulares* são aqueles em que as árvores que os compõem são essencialmente da mesma idade, enquanto que, os *povoamentos irregulares* se caracterizam por serem constituídos por árvores de quase todas as idades.

Os povoamentos regulares são originados num curto espaço de tempo. Em povoamentos instalados por plantação, podem ocorrer variações na idade de 1 a 2 anos, consoante a extensão da área florestada e por conseguinte, a duração das campanhas de plantação. No caso dos povoamentos naturais, raramente as variações são de 1 ano, verificando-se variações na idade de 1 a 5 anos podendo mesmo chegar a períodos de 10 anos ou mais quando exista uma forte regeneração. Em casos extremos, de longos períodos de regeneração pode verificar-se a individualização de 2 andares bem distintos de copas, a cada um dos quais se pode atribuir uma idade média (Gomes, 1957).

Em alguns casos, um povoamento parece ser regular devido à uniformidade de dimensão das árvores que o constituem, p.e. quando os povoamentos crescem lentamente e em estações pobres pode verificar-se grande variação de idades e no entanto pouca variação nas suas dimensões.

As árvores dos povoamentos regulares apresentam uma altura razoavelmente consistente, com variações que dependem do estrato social das árvores. Os diâmetros em povoamentos regulares mostram uma ampla variação, embora seguindo um padrão típico. A maior parte das árvores agrupam-se perto do diâmetro médio decrescendo a sua frequência para diâmetros pequenos e diâmetros grandes. À medida que o povoamento envelhece o histograma desloca-se para a direita.

Os povoamentos irregulares são originados de uma forma mais ou menos contínua em contraste com o único período reprodutivo dos povoamentos regulares. Em consequência, o copado é constituído de árvores de diversas alturas resultando num perfil irregular se observado segundo uma secção vertical. A distribuição típica consiste de um grande número de pequenas árvores decrescendo a sua frequência à medida que o diâmetro aumenta.

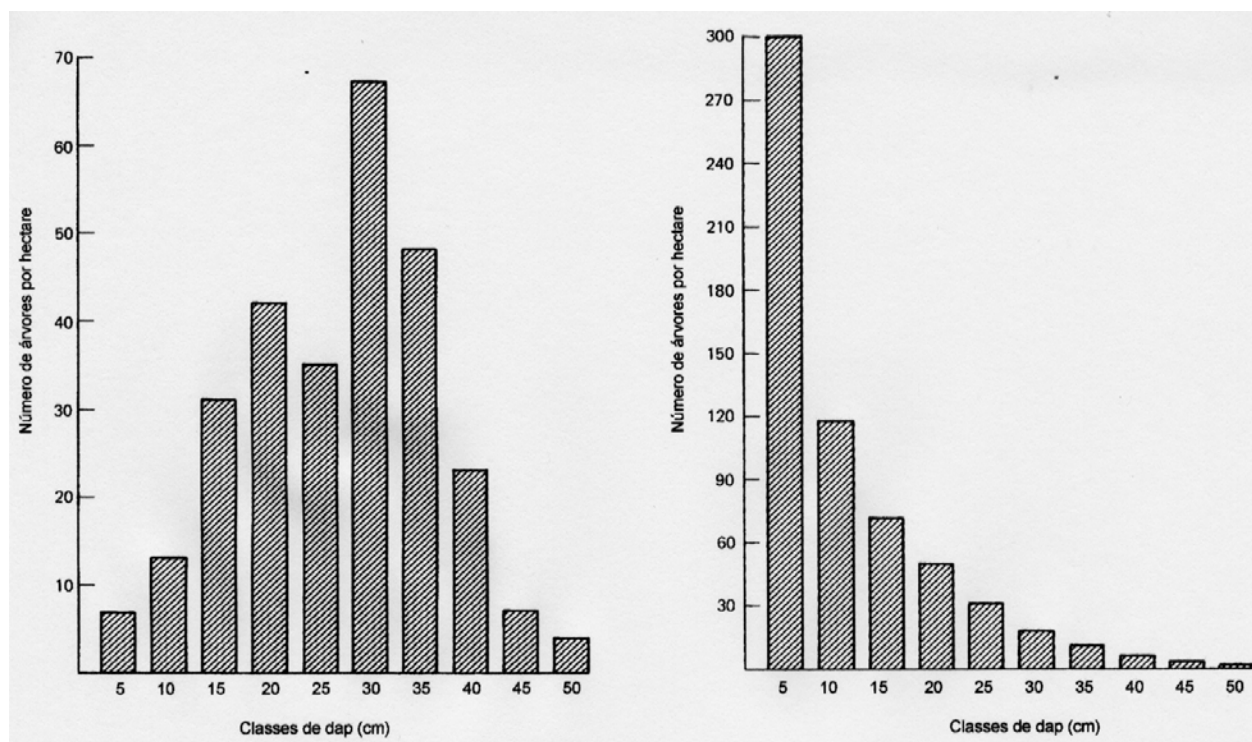


FIGURA 3.24. Distribuições diamétricas típicas dos povoamentos regulares e dos povoamentos irregulares jardinados (Clutter *et al.*, 1983)

A *idade* dos povoamentos é um conceito mais facilmente aplicável aos *povoamentos regulares*. No caso de povoamentos originados por plantação, a contagem dos anéis de crescimento de uma única árvore será suficiente.

No caso dos povoamentos naturais, em que ocorrem variações de idades de 5 a 15 anos ou mais, a *idade média dum povoamento* poderá ser estimada da seguinte forma:

- realizando uma amostragem representativa das árvores do povoamento e determinar a média das idades encontradas nas unidades de amostragem,
- subdividindo o povoamento em conjuntos que possam ser considerados mais ou menos homogêneos quanto à idade, e recorrer à seguinte ponderação das idades determinadas:

$$\bar{t} = \frac{A_1 \times t_1 + A_2 \times t_2 + \dots + A_n \times t_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

onde, \bar{t} - idade média;

1 a n - são os conjuntos homogêneos segregados do povoamento principal;

t_1, t_2, \dots, t_n - são as respectivas idades;

A_1, A_2, \dots, A_n - variável de ponderação, p.e., respectivas áreas basais ou frequências diamétricas.

Nos *povoamentos irregulares* originados por *regeneração natural* é comum utilizar-se um sistema de exploração da mata selectivo, ou seja, o termo de rotação das árvores é regulado não pela idade do povoamento, mas antes pelo diâmetro que estas apresentam ao longo da vida do povoamento, ou seja, as árvores são abatidas à medida que atingem o diâmetro de explorabilidade. Neste caso pois, a determinação da idade para efeitos do estabelecimento da explorabilidade da mata perde a sua importância em comparação com a assumida nos povoamentos regulares (idade de explorabilidade) (Loetsch *et al.*, 1973).

3.2.2. O número de árvores por hectare

O *número de árvores por hectare* é dos parâmetros que melhor expressa, na sua variação, a mortalidade dos povoamentos. Esta não é mais do que o resultado visível da luta de cada árvore por luz e espaço vital. Para uma dada idade, o número de árvores por hectare é maior nas estações menos férteis. Nas melhores, a diminuição do número de árvores por hectare é mais rápido, pois os povoamentos desenvolvem-se mais depressa (Oliveira, 1984).

A determinação do número de árvores por hectare através do compasso de plantação ou sementeira, em povoamentos de produção poderá ser obtido do seguinte modo, por exemplo, para um compasso de 2x4 o número de árvores por hectare:

$$N = \frac{10000}{2 \times 4} = 1125.$$

No entanto, o compasso proporciona-nos apenas um valor indicativo à altura da instalação do povoamento devendo a variável número de árvores por hectare ser aferida no terreno através de medições de campo. Por exemplo, recorrendo à instalação de uma rede de parcelas de área fixa, então

$$N = n \times \frac{10000}{A}$$

onde, n - número de árvores medidas na parcela;
 A - área da parcela (m^2).

3.2.3. A área basal por hectare

A partir da medição dos diâmetros (*DAP*) das árvores da parcela é possível calcular, para cada uma das árvores, a respectiva área seccional ou basal (g), através da fórmula da área da circunferência:

$$g = \frac{\pi}{4} \times d^2$$

onde, g - área seccional da árvore (m^2);
 d - DAP da árvore (cm).

O cálculo da áreas basal da parcela pode ser realizados através da *enumeração completa* das árvores de cada parcela, o que exige e.g. o processamento electrónico dos dados. A área basal de cada parcela é obtida como o somatório das áreas seccionais individuais de todas as árvores da parcela. No entanto, as parcelas vão representar apenas uma porção da área total do povoamento. A área basal média das parcelas deverá ser depois extrapolada para o povoamento através de técnicas ligadas à amostragem. O caso mais simples será realizar uma extrapolação linear para o total da área do povoamento ou por hectare. Ou seja, a *área basal por hectare ou do povoamento* (G) será obtida por:

$$G = \frac{10000}{A} \times \sum_{i=1}^n g_i^2 = \frac{10000}{A} \times \frac{4}{\pi} \times \sum_{i=1}^n d_i^2$$

onde, n - número de árvores medidas na parcela;
 A - área da parcela (m^2);
 g_i - área seccional da árvore i (m^2);
 d_i - DAP da árvore i (cm).

É possível realizar os cálculos classificando o povoamento em classes de frequência diamétrica. Este procedimento é mais facilmente comportável para a sua realização manual, no entanto, implica significativa perda de informação e, conseqüentemente, de rigor não se justificando a sua aplicação actualmente, devido ao acesso ao processamento electrónico, já que este nos oferece a possibilidade de tratar

largas extensões de dados, com rapidez e com maior rigor. Contudo, pela facilidade de abordagem referir-se-á a sua aplicação. Este passa pela construção de uma tabela de frequências dos diâmetros da parcela. Assim, o cálculo da área basal por hectare será:

$$G = \frac{10000}{A} \times \frac{\pi}{4} \times \sum_{i=1}^m (d_{ci}^2 \times f_i)$$

onde, A - área da parcela (m^2);

m - número de classes de diâmetro;

d_{ci} - diâmetro central da classe i ;

f_i - frequência verificada na classe i .

A determinação da área basal de um povoamento através de amostragem convencional - implantação de parcelas - apresenta duas desvantagens. Uma resulta do tempo que se perde ao delimitar a área da amostra. A outra provém do facto de que, através dessa amostragem obtém-se geralmente um número de dados mais do que suficiente em classes de menores diâmetros e um número de dados, por vezes exíguo em classes de diâmetros maiores.

Outra abordagem possível para a estimativa da área basal por hectare de um povoamento é recorrer à "*prova de numeração angular de Bitterlich*" através da implantação de uma rede de pontos de amostragem. Com este procedimento não é necessário marcar no terreno a área das parcelas. Depois, as árvores são amostradas proporcionalmente às suas dimensões, resultando daí uma distribuição mais proveitosa de árvores amostra. Ou seja, passam a ser observadas menos árvores de menores dimensões e obviamente mais de maiores dimensões. Para conhecer a área basal por hectare do povoamento em questão, através deste método, o observador não tem mais do que estabelecer uma quantidade representativa de pontos de amostra pelo povoamento e realizar a prova de numeração angular em cada um deles e obter o valor médio da área basal por hectare para o povoamento em estudo (Marques, 1981).

3.2.4. Diâmetro médio e altura média do povoamento

Segundo a escola europeia é usual definir *diâmetro médio de um povoamento* como o *diâmetro correspondente à árvore de área basal média*. Ou seja, a média geométrica dos diâmetros (*DAP*) do povoamento

$$dg = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \bar{g}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}}$$

onde, n - número de árvores medidas na parcela;

A - área da parcela (m^2);

\bar{g} - área seccional média da parcela (m^2);

g_i - área seccional da árvore i (m^2);

d_i - DAP da árvore i (cm).

É usual definir *altura média de um povoamento* como a *altura correspondente à árvore de área basal média*. Este conceito é semelhante ao apresentado para o diâmetro médio do povoamento, bastando para o efeito medir as alturas de umas tantas árvores cujos diâmetros igualem o dg achado; a respectiva média das alturas dessas árvores estimará então, a altura média procurada.

Outro processo, recorre a um processo de sub-amostragem dentro da parcela para o cálculo da média aritmética das árvores cujas alturas foram medidas no terreno, ou seja das árvores amostra. Neste caso, a altura média do povoamento (\bar{h}) será obtida por:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} h_i}{n_a}$$

onde, n_a - número de árvores amostra da parcela;

h_i - altura total da árvore amostra i (m).

O conhecimento da altura média dum povoamento apresenta considerável interesse no caso dos povoamentos regulares, onde a variação das alturas individuais em torno da sua média, não é muito grande. Nas matas jardinadas, organizadas por classes de diâmetro, a noção de altura média só terá significado dentro de cada classe diamétrica.

3.2.3. Diâmetro dominante e altura dominante do povoamento

Os conceitos de diâmetro dominante (*ddom*) e altura dominante (*hdom*) do povoamento são semelhantes aos apresentados relativamente ao diâmetro médio e altura média do povoamento, com a particularidade daquelas estimativas serem relativas às árvores dominantes do povoamento. De acordo com a forma de determinação das árvores dominantes podemos diferenciar essencialmente dois tipos de abordagem:

- determinações numéricas - permitem um tratamento mais objectivo das variáveis diâmetro dominante e altura dominante do povoamento, o que é importante para os estudos de quantificação da produção florestal. O critério mais frequentemente usado é seleccionar um número fixo de árvores que apresentam os maiores diâmetros ou alturas do povoamento, por exemplo as 100 árvores mais grossas por hectare. Este último critério é aquele que na prática é mais usado, para a quantificação destas variáveis.
- determinações biológicas - embora, tratando-se de critérios mais subjectivos são no entanto, mais indicativos do crescimento e desenvolvimento dos povoamentos. Para a identificação das árvores dominantes há que, primeiramente, fazer-se valer de um sistema de classificação das árvores em relação ao seu vigor e posição no copado do povoamento. A classificação mais divulgada é a segundo Kraft, embora existam muitas outras variantes.

O sistema de Kraft apresentado por Assmann (1961) para os povoamentos regulares de alto fuste, onde se agrupam as árvores de acordo com a sua posição social e o desenvolvimento das suas copas, logo quanto ao seu vigor e portanto à sua possibilidade de crescimento, classifica as árvores em:

- superdominantes,
- dominantes,
- codominantes,
- dominadas e
- sem esperança de vida.

Nos povoamentos regulares, em que por definição, há homogeneidade na idade das árvores aí presentes, a relação entre a altura dominante e a idade do povoamento tem-

se evidenciado de grande relevância na classificação das estações florestais em que se desenvolvem.

Nos povoamentos irregulares as árvores dominantes têm um significado diferente das árvores dominantes dos povoamentos regulares, correspondendo e.g. às árvores mais velhas do povoamento. Assim, de acordo com Alves (1982), a classificação de De Philippis (1958) para os povoamentos irregulares, propõe a seguinte classificação:

- estrato superior ou de produção - árvores com altura superior a $2/3$ da altura média das árvores mais grossas do povoamento:
 - árvores de maturidade - atingiram o diâmetro de explorabilidade, prontas para corte;
 - árvores em decrepitude e
 - árvores imaturas - ainda não atingiram o diâmetro de explorabilidade;

- estrato intermédio ou de crescimento - árvores com altura compreendida entre $2/3$ a $1/3$ da altura média das árvores mais grossas do povoamento:
 - árvores vigorosas - em pleno crescimento, com boas copas e
 - árvores precocemente envelhecidas;

- estrato inferior, de regeneração ou de ingresso - árvores com altura inferior a $1/3$ da altura média das árvores mais grossas do povoamento:
 - nascedio;
 - plantas jovens e
 - envelhecidas precocemente.

PRÁTICA

- **Análise de dados de inventário florestal recolhidos em parcelas de área fixa. Análise dendrométrica dos povoamentos.**

EXERCÍCIO 1 - Considere a parcela de inventário de 500 m² e avalie os seguintes parâmetros da parcela:

- identifique as árvores amostra.
- calcule a altura média.
- identifique as árvores dominantes.
- calcule a altura dominante.
- realize a tabela de frequência diamétrica
- calcule a área basal por hectare.
- calcule o diâmetro médio.
- calcule o número de árvores por hectare.

Considere, para o efeito, as seguintes classes de frequência diamétrica:

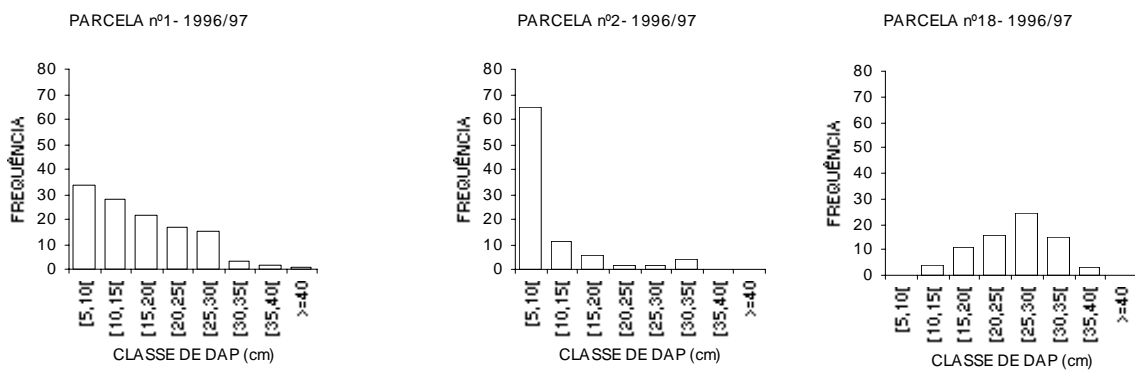
Classes de DAP	Código	Frequência
[5,10[1	
[10,15[2	
[15,20[3	
[20,25[4	
[25,30[5	
[30,35[6	
[35,40[7	
>=40	8	

As medições do DAP das árvores da parcela foram realizadas com suta e as medições das alturas totais da árvores amostra e dominantes foram realizadas com o hipsómetro de Blume-Leiss. As árvores amostra foram, ainda, sujeitas a verrumada ao 1.30 m para a estimativa da sua idade. Da análise da regeneração no local observou-se que as árvores demoravam 10 anos a atingir a altura de 1.30 m.

<i>Arvn</i>	<i>d</i>	<i>cód.</i>	<i>Lb</i>	<i>Lt</i>	<i>h</i>	<i>t1.3(+10)</i>
1	35.3		-4.3	16.3		44
2	18.4					
3	31.5					
4	26.4					
5	20.1		-2.9	13.2		36
6	29.4					
7	19.5					
8	30.9					
9	12.2		0.6	12		33
10	37		-4.5	15.6		
11	35.1		-2.5	17		
12	33.9					
13	20.5					
14	11.4					
15	30.2					
16	6.6					
17	26.4		0.7	15.6		47
18	33.2					
19	27.8					
20	20.9					
21	20					
22	31.4		-3.5	14		50
23	31.5					
24	17.6					
25	22.3					
26	38.8		-2.8	16		
27	20.1		-2.5	11.4		41
28	30.1					
29	26.5					
30	31.4		-3.7	14.9		46
31	32.2					
32	12.8					
33	26.2					
34	32.2					
35	22.9					
36	34		-0.9	20.1		52
37	32.2					
38	25.7					
39	14.6		-3.4	9.2		36
40	30					
41	14.1					
42	18.4					
43	28.3					
44	21.3					
45	31.3					
46	32.3					
47	21.3					
48	32					
49	27		-3.1	15.4		44

EXERCÍCIO 2 - Realize a análise comparativa dos histogramas de frequência diamétrica de três parcelas instaladas em povoamentos de pinheiro bravo no concelho de Oleiros e da respectiva caracterização dendrométrica:

<i>P</i>	<i>N</i> arv.ha ⁻¹	<i>G</i> m ² .ha ⁻¹	<i>dg</i> cm	\bar{h} m	<i>ddom</i> cm	<i>hdom</i> m	\bar{t} 1.3 anos	<i>t</i> 1.3 anos	\bar{t} anos
1	1220	31.65737	18.1766	11.4082	32.9	16.29	25	11	36
2	900	10.46692	12.16868	8.564444	26.35	18.26	23.85417	12	35.85417
18	730	38.84167	26.02811	16.81507	34.3	17.97	40.7	12	52.7



Valores mínimo, máximo e amplitude de variação das idades das árvores amostra em cada parcela

Parcela nº	<i>t</i> 1.3min	<i>t</i> 1.3max	Δt
1	17	32	15
2	13	46	33
18	27	52	25

LIÇÃO Nº 6
TEÓRICA**4. EXEMPLOS DE PROTOCOLOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL****• Inventário florestal nacional de emergência para o eucalipto (1985)****0. Instituições**

CELPA - Associação da indústria papelreira (Ex-ACEL)

IF - Instituto Florestal (Ex-DGF)

1. Objectivos

- ❑ Determinação das áreas ocupadas pelos diferentes estratos de eucalipto (puro, misto dominante, misto dominado e disperso).
- ❑ Caracterização dos povoamentos quanto ao seu volume e dimensão das árvores que o constituem, assim como, da sua idade.
- ❑ Determinação do potencial produtivo desses povoamentos.

2. Amostragem

As unidades a amostrar no campo foram distribuídas dentro dos estratos onde existam eucaliptos. Após a fotointerpretação das fotografias aéreas segundo uma grelha de pontos, realizando a segregação dos fotopontos classificados em estrato de eucalipto e procedendo à sua sub-amostragem segundo um procedimento sistemático com casualização do primeiro fotoponto.

3. Localização da parcela de amostragem

Estudar em cada carta militar a zona referente à fotografia que se irá trabalhar, de forma, a planificar o trajecto a realizar em viatura todo-o-terreno e/ou a pé. Assinalar aproximadamente a posição das parcelas a instalar no terreno com base em pontos de referência.

3.1. Medição do azimute entre o ponto de partida e o centro da parcela

Localizar no terreno o ponto de partida, o mais próximo do centro da parcela a instalar. A sua localização será feita através da carta militar ou da fotografia aérea. Este ponto será definido, em princípio, por cruzamento de caminhos, casas, etc. que sejam facilmente assinaláveis e de fácil identificação.

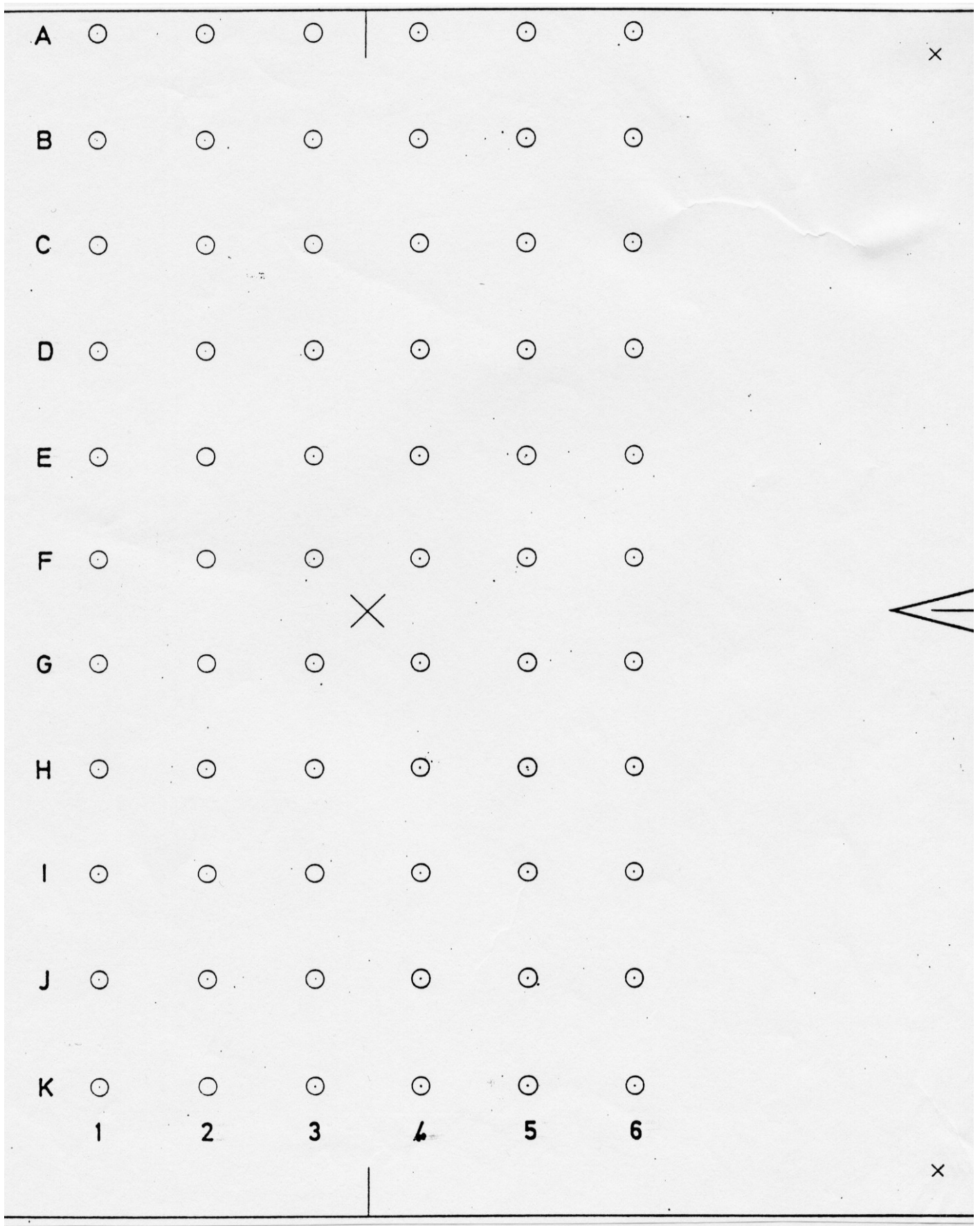


FIGURA 4.1. Grelha de pontos, disposta sobre a fotografia orientada para Norte

INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL
(FOTO INTERPRETAÇÃO)

Região.....S..... Sub-Região.....L..... Fiada.....29.....
 Distrito.....Satubal..... Concelho.....Alcáçova do Sal..... Foto.....4365.....
 Carta.....456..... DV..... DH..... FotoCOD.....32.....

Referências

Reg.	Sub. Reg.	Concelho	Fiada	Foto
<u>S</u>	<u>L</u>	<u>116116</u>	<u>219</u>	<u>32</u>

Fotoponto	Estr	Classe	Dim	Outras	Fotoponto	Estr	Classe	Dim	Outras
C2	Dx	1	3		G2	Ec	1	3	
C3	Q	1	3	Dx	G3	Ec	1	3	
C4	NF	0	0		G4	Ec	1	3	
C5	NF	0	0	Dx	G5	Q	1	3	
D2	Dx	1	3		H2	Ec	1	3	Q
D3	Dx	1	3		H3	Ec	1	3	
D4	Q	1	3		H4	Ec	1	3	
D5	Dx	1	2		H5	Q	1	3	
E2	Ec	1	3		I2	Q	1	3	
E3	Ec	1	3		I3	Q	1	3	Ec
E4	Dx	1	2		I4	Ec	1	3	
E5	Q	1	3	Dx	I5	Q	1	3	
F2?	Ec	1	3		J2	Q	1	3	
F3	Ec	1	3		J3	Q	1	3	
F4	Dx	1	2		J4?	Ec	1	3	
F5	Q	1	3		J5	Q	1	3	Dx

FOTOINTERPRETE: Fausto Renato Elias Silva

FIGURA 4.2. Ficha de fotointerpretação

IDENTIFICACOES DE PONTOS DE CATEGORIA I

Regiao	Subreg	Conc.	Fiada	Foto	Ponto	Estr.	Classe	Dim	Outras
Sul	Litoral		29	4357	F5	E	1	2	Pb
Sul	Litoral		29	4360	D2	ED	1	3	
Sul	Litoral		29	4360	D5	ED	1	3	Q
Sul	Litoral		29	4360	E2	ED	1	3	
Sul	Litoral		29	4360	E5	ED	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	E2	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	E3	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	F2	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	F3	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	G2	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	G3	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	G4	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	H2	EC	1	3	Q
SUL	LITORAL		29	4365	H3	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	H4	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	I3	Q	1	3	EC
SUL	LITORAL		29	4365	I4	EC	1	3	
SUL	LITORAL		29	4365	J4	EC	1	3	
Sul	Litoral		29	4368	E2	E	1	2	
Sul	Litoral		29	4368	F2	E	1	2	

FIGURA 4.3. Selecção de fotopontos para implantação de parcelas de inventário no terreno

A localização do centro da parcela será feita através do azimute magnético que o alinhamento entre o ponto de partida e o centro da parcela apresenta.

3.2. Medição da distância entre o ponto de partida e o centro da parcela

Medição da distância horizontal a percorrer no terreno do ponto de partida até ao centro da parcela. A escala a utilizar será a escala calculada na proximidade do fotoponto.

3.3. Terreno inclinado

A correcção da distância entre dois pontos no terreno será realizada através da medição da inclinação do terreno. Em Anexo podem consultar-se as tabelas de conversão onde são indicados os valores das distâncias a medir em terreno inclinado em função do ângulo da inclinação do terreno e distância pretendida na horizontal.

3.4. Verificação da correcta localização do centro da parcela

Confrontando a localização encontrada no terreno com a observação da carta militar e da fotografia aérea. Quando existem dúvidas deve voltar-se ao ponto de partida e repetir as medições necessárias.

Verificar a fotointerpretação realizada em gabinete relativamente a alterações posteriores à data da fotografia aérea.

4. Estabelecimento e estudo da unidade de amostragem

4.1. Unidade de amostragem - parcela - amostra

Cada unidade de amostragem é constituída por 5 parcelas circulares (Cluster) todas com a mesma área. As parcelas podem ser de área de 100 m² (raio= 5.64 m) ou de 200 m² (raio= 7.98 m) consoante o povoamento seja puro e equiénio ou não. Quando o povoamento tiver menos de 600 árvores por hectare (eucaliptos) ou haja dificuldade em ajuizar esse número dever-se-á optar pelas parcelas de maior área.

Os centros das 5 parcelas do cluster estão distânciados entre si de 20 m e serão orientadas a partir da parcela central segundo os 4 principais pontos cardeais (N, S, E, W). Na delimitação das parcelas são consideradas as árvores de bordadura pertencentes à parcela (mensuráveis) aquelas em que mais de metade do seu pé se situa no interior do círculo, as que o seu eixo se situa exactamente à distância do raio devem incluídas alternadamente, uma sim e uma não. Caso o terreno seja inclinado, devem ser realizadas as devidas correcções para a horizontal.

O centro da parcela central deve ser referenciado com as 5 árvores mais próximas a estes, através da medição das suas distâncias ao centro da parcela e respectivos azimutes. O nº da parcela e sua referência (central, N, S, E, W) será efectuado nas estacas que marcam o centro de cada uma das 5 parcelas.

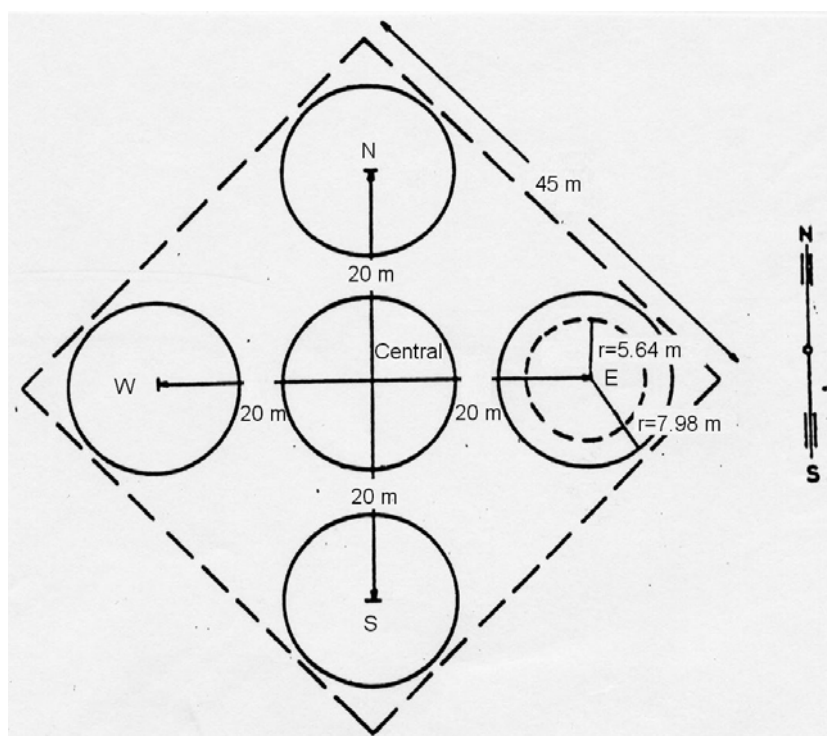


FIGURA 4.4. Cluster

4.2. Medições na parcela - normas de medição

A medição do DAP das árvores efectuar-se-á partindo do centro da parcela e na direcção Norte percorrendo a parcela no sentido dos ponteiros do relógio com o braço da suta para o centro da parcela. Nas árvores amostra e dominantes medem-se os DAP cruzados e as alturas totais. Estimam-se as suas idades.

5. Normas para o preenchimento da ficha de campo

MATERIAL:

- Fichas de amostragem com a informação de gabinete.
- Conjunto de cartas militares 1/25000 e fotografias aéreas das áreas relativas à região onde se irá trabalhar.
- Localização dos pontos a amostrar em fotografia aérea através de uma pequena perfuração nestas que será correspondente ao centro da parcela de amostragem.

ACEL – INVENTÁRIO FLORESTAL EMERGÊNCIA

*** EUCALIPTO ***

QUADRO 1

REGIÃO	CONCELHO	EST.	N.º DA PARC.	PONTO INACESSÍVEL
MIB	OMM	MIB	OMM	RAZÃO

QUADRO 2

FIADA	FOTOGRAFIA	PONTO	EXP.	ALTITUDE	DECL.	SIT. FÍSIOGR.

QUADRO 3

ARVORES DE REFERÊNCIA		AZIMUTE		DISTÂNCIA AO CENTRO DA PARCELA (m)	
ARV. N.º	ESP.	1	2	1	2

QUADRO 4

TEMPOS DE OPERAÇÃO			
DESL. EM VIAT. (min)	DESL. AO PONTO (min)	AZIMUTAGEM (min)	REG. A VIAT. (min)

QUADRO 5

FOGOS	
ANO DO FOGO	DANIFICAÇÃO DO ARVOREDO
	PARCIAL
	TOTAL

QUADRO 6

NATUREZA DO CORTE	
SEM ALTERAÇÃO	UAM
RASO	SALTEADO

QUADRO 7

VERIFICAÇÃO DA FOTOINTERPRETAÇÃO				
SEM ALTERAÇÃO	CORTE RASO	SUBSTITUIÇÃO DA ESPÉCIE	RESOLUÇÃO NO PÓVOAMENTO	ERRO DE FOTOINTERPRETAÇÃO ENCONTRADO

QUADRO 8

TEMPO QUE MEDIU ENTRE O CORTE E O TF (meses)	
0-3	4-6
	7-9
	10-12

QUADRO 9

ÁREA DE CADA PARCELA	
100 m ²	200 m ²

QUADRO 10

1	Pov. puro com mais de 600 arv./ha
2	Pov. puro com menos de 600 arv./ha
3	Pov. Misto
4	Dificuldade em avaliar num. arv./ha
5	Outras

QUADRO 11

FREQUÊNCIA ARVORES COM DAP < 5 cm	CENTRAL			N			E			S			W		
	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)
1															
2															
3															
4															

QUADRO 12

ARVORES AMOSTRA	CENTRAL			N			E			S			W		
	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)
1															
2															

QUADRO 13

ARVOR. DOMINANTES	CENTRAL			N			E			S			W		
	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)	DAP (mm)	ALT (dm)	IDADE (anos)
1															
2															

CODIGOS:
 0 – TOUÇA
 1 – 5 - 12
 2 – 13 - 23
 3 – 24 - 35
 4 – 36 e +
 9 – MORTA EM PE

CÓDIGOS

Distrito de Castelo Branco - 10

Concelho de Castelo Branco - 1006

Estratos:

Pinheiro bravo	01
Pinheiro manso	02
Pinheiro silvestre	03
Cupressus	04
Resinosas Div.	05
Carvalho	11
Choupo	12
Acácia	13
Castanheiro manso	14
Eucalipto	15
Folhosas diversas	16
Sobreiro	17
Azinhaira	18
Castanheiro bravo	19
Não florestal	30
Inculto	40
Improdutivo	50

- **Inventário florestal da PORTUCEL (1986)**

0. Instituição

PORTUCEL - Empresa de celulose e papel de Portugal, E.P.

1. Objectivos

- ❑ Determinação das áreas ocupadas pelas diferentes espécies florestais utilizadas, informação esta a ser quantificada ao nível da propriedade.
- ❑ Caracterização dos povoamentos quanto ao seu volume e dimensão das árvores que o constituem, assim como, da sua idade.
- ❑ Determinação do potencial produtivo desses povoamentos.

2. Amostragem

As unidades a amostrar no campo são distribuídas casualmente dentro das propriedades cujas arborizações tenham sido efectuadas há mais de 5 anos ou 10 anos conforme sejam, respectivamente, povoamentos de eucalipto ou de resinosas.

3. Localização da parcela de amostragem

Cada conjunto de propriedades está definido pelo seu contorno exterior e possui um nº de identificação ao qual corresponde o nome da propriedade, conforme o mapa discriminativo do conjunto em análise.

3.1. Medição do azimute entre o ponto de partida e o centro da parcela

Localizar no terreno o ponto de partida. A sua localização será feita através da carta militar ou da fotografia aérea. Este ponto será definido, em princípio, por cruzamento de caminhos, casas, etc. que sejam facilmente assinaláveis e de fácil identificação.

Identificar o 1º ponto de amostra. Esta localização será feita através do azimute magnético do alinhamento do ponto de partida ao centro da parcela.

3.2. Medição da distância entre o ponto de partida e o centro da parcela

Medição da distância horizontal a percorrer no terreno do ponto de partida até ao centro do 1º ponto de amostra. Identificar os pontos de amostra seguintes. Os pontos de amostra seguintes estarão sempre assentes em linhas de orientação no sentido S-N ou E-W.

3.3. Terreno inclinado

A correcção da distância entre dois pontos no terreno será realizada através da medição da inclinação do terreno. Podem consultar-se as tabelas de conversão onde são indicados os valores das distâncias a medir em terreno inclinado em função do ângulo da inclinação do terreno e distância pretendida na horizontal.

3.4. Verificação da correcta localização do centro da parcela

Confrontando a localização encontrada no terreno com a observação da carta militar e da fotografia aérea. Quando existem dúvidas deve voltar-se ao ponto de partida e repetir as medições necessárias.

4. Estabelecimento e estudo da unidade de amostragem

4.1. Unidade de amostragem - parcela - amostra

É constituída por uma parcela quadrangular cujo lado é igual a 20 m (área de 200 m²) ou 25 m (área de 625 m²) consoante o povoamento possui ou não mais de 700 árvores por hectare. Os lados do quadrado devem ser orientados no sentido N-S e E-W,

preferencialmente. Quando a parcela recair em terreno inclinado dever-se-á instalar a parcela de forma que os lados acompanhem a linha de maior declive.

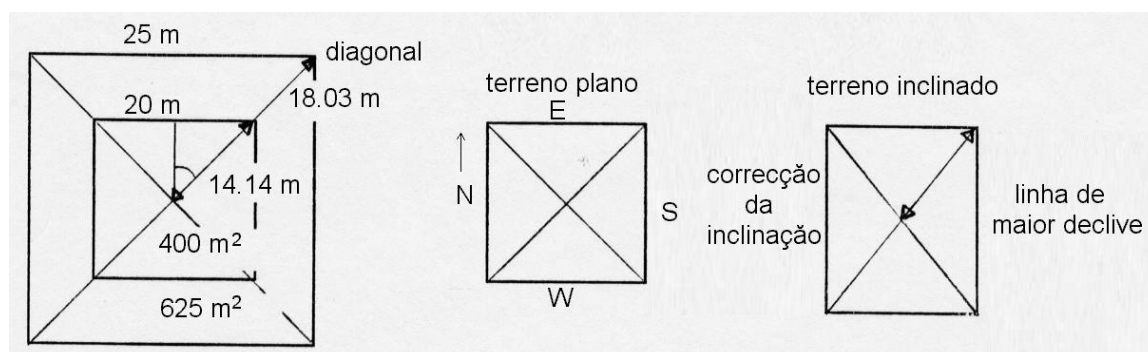


FIGURA 4.5. Marcação dos vértices da parcela

Após localizado o centro da parcela marcar os vértices da parcela através das diagonais do quadrado, afastando-se do centro da parcela 14.14 m ou 18.03 m conforme o lado do quadrado seja 20 ou 25 m. Caso o terreno seja inclinado, o comprimento dos lados em questão devem ser corrigidos para a horizontal.

A 1ª árvore de cada linha de árvores deverá ser numerada. O nº da parcela deverá ser efectuada na árvore mais próxima do centro da parcela.

4.2. Medições na parcela - normas de medição

A medição do DAP das árvores efectua-se com o braço da suta segundo as linhas de plantação. Nas árvores amostra e dominantes medem-se os DAP cruzados e as alturas totais.

5. Normas para o preenchimento da ficha de campo

MATERIAL:

- ❑ Fichas de amostragem com a informação de gabinete.
- ❑ Localização dos pontos a amostrar em cada propriedade ou conjunto de propriedades através da sua marcação em carta militar 1/25000.
- ❑ Localização do ponto de partida para o conjunto de amostras a recolher.
- ❑ Fotografia aérea das propriedades que constituem o conjunto de amostragem.

PORTUGAL
DIRECÇÃO FLORESTAL

INVENTÁRIO FLORESTAL

QUADRO 1

ZONA FLORESTAL	C/D	NÚCLEO	C/D	PROPRIEDADE	C/D

QUADRO 2

ANO	PARCELA	T
		P
C. MIL.		

QUADRO 3

PONTO DE REFERÊNCIA	PERCURSO		DATA DE MEDIÇÃO				
	AZIMUTE	DISTÂNCIA	D	M	M	A	A

QUADRO 4

EXPOSIÇÃO	ALTITUDE	DECLIVE
SF		

QUADRO 5

ÁREA DA PARCELA

400m x 625m²

1	POV. COM MAIS 700 ARV. POR HA.
2	POV. COM MENOS 700 ARV. POR HA.
3	DIFICULDADE AVALIAR N. ARV. POR HA

QUADRO 6

ROTAÇÃO	1º	2º	3º	4º
IDADE	-ANOS			
ESPÉCIE				

QUADRO 7

PLANTAÇÃO	LAVOURA CONTÍNUA	RIPAGEM	V. COMORO	TERRAÇAS	COVAS
CÓDIGO	1	2	3	4	5

QUADRO 8

PRAGS E DOENÇAS	SIM		NÃO	
CÓDIGOS	1		2	
QUALIDADE ARVOREDO	BOA	MÉDIA	MÁ	
CÓDIGO	1	2	3	
SINAIS EROÇÃO	SIM		NÃO	
CÓDIGO	1		2	
MELHORAMENTOS CULTURALS	SIM		NÃO	
CÓDIGO	1		1	

QUADRO 9 TEMPOS DE OPERAÇÃO

DESL. EM VIAT (min)	DESL. AO PONT (min)	AMOSTRA-GEM (min)	REG. A VIAT (min)

QUADRO 10

O RESPONSÁVEL	
ASS:	

Inventário florestal da STORA CELBI (1992)

0. Instituições

STORA CELBI - Celulose Beira Industrial, S.A. (Ex-CELBI, S.A.)

1. Objectivos

Obtenção de uma informação rigorosa, quantitativa e qualitativa, que permita uma gestão racional e actualizada da sua área florestal.

2. Amostragem e medições

A actualidade da informação apresenta-se de grande importância, dadas as características dos povoamentos de eucalipto, como são exemplos, os curtos períodos de exploração, elevados crescimentos anuais e fortes ataques por pragas em algumas regiões.

O método de inventário florestal contínuo, baseado em frequentes medições de pontos de amostragem, que têm uma distribuição sistemática pela área a inventariar, fornece uma informação actualizada da variação do volume e da mortalidade existente, o que permite uma boa gestão da área florestal. O intervalo de tempo que medeia entre duas medições de uma mesma área é de três anos.

O esquema de amostragem utilizado é o sistemático por linhas de avanço, dependendo a distância entre linhas de avanço e a distância dos pontos de amostra ao longo da linha de avanço das características dos povoamentos. Ou seja, podem-se diferenciar duas situações consoante o tipo de instalação dos povoamentos, e ainda dentro daquelas, três situações consoante a idade dos povoamentos: povoamentos instalados sem ser em terraços e povoamentos instalados em terraços e ainda de idade compreendidas entre 1 a 4 anos, de 5 a 9 anos e igual a ou superior a 10 anos.

A área de cada ponto de amostra é de 400 m² (20 m x 20 m), i.e. parcelas quadradas. Para a implantação da 1ª linha de avanço, a partir do extremo da propriedade avançar meia distância à da preconizada para a distância entre os pontos de amostra ao longo da linha e depois com uma direcção perpendicular à da linha de avanço, definida em gabinete, avançar meia distância à preconizada para as linhas de avanço.

A área do ponto de amostra nos povoamentos em terraços não é fixa. O ponto desenvolve-se no terraço ao longo de 100 m. A sua área é obtida pelo produto da largura média do terraço por 100 m. Assim, a forma do ponto de amostra é rectangular.

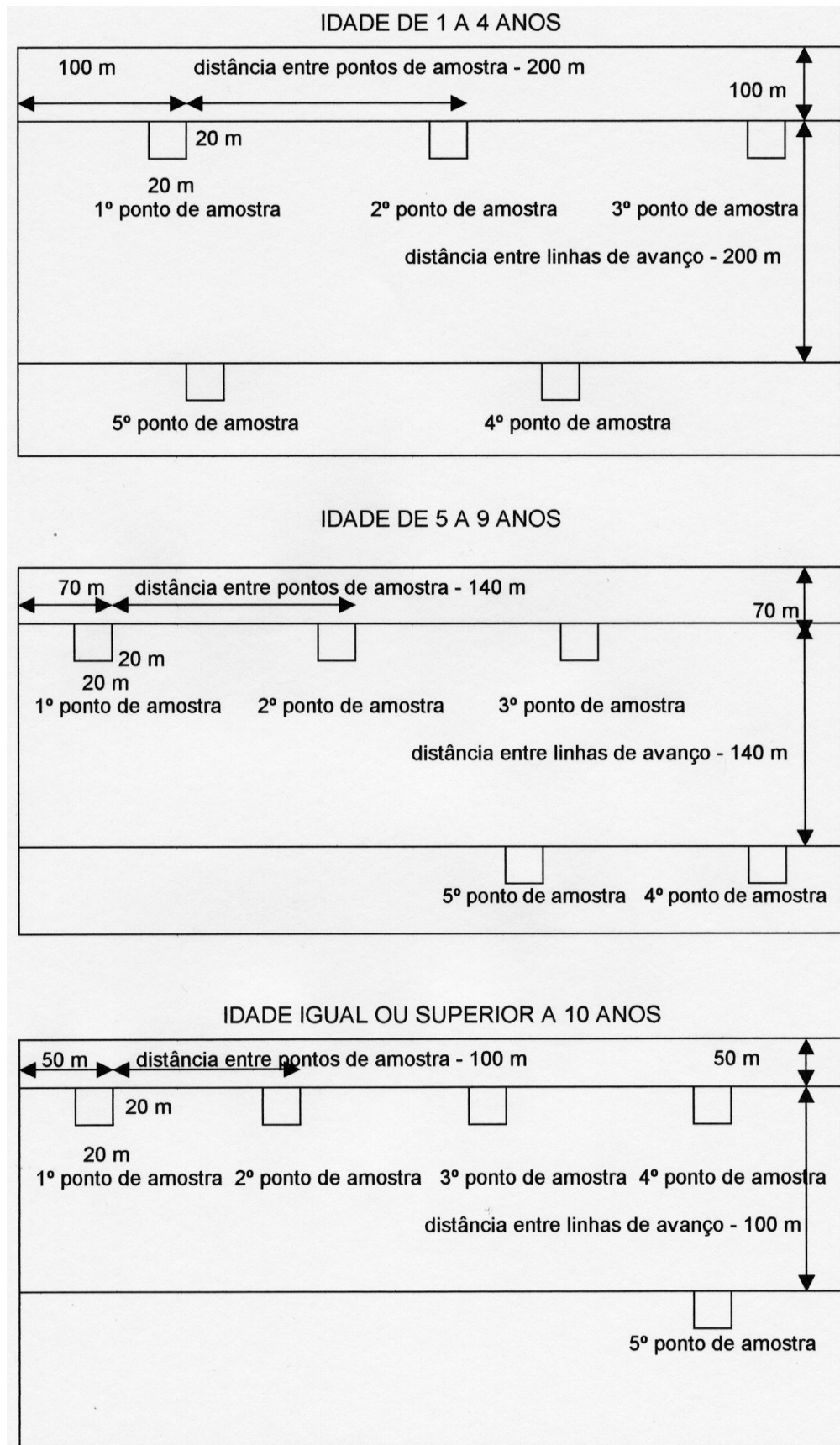


FIGURA 4.6. Povoamentos instalados em terreno plano ou em vala e cômoro

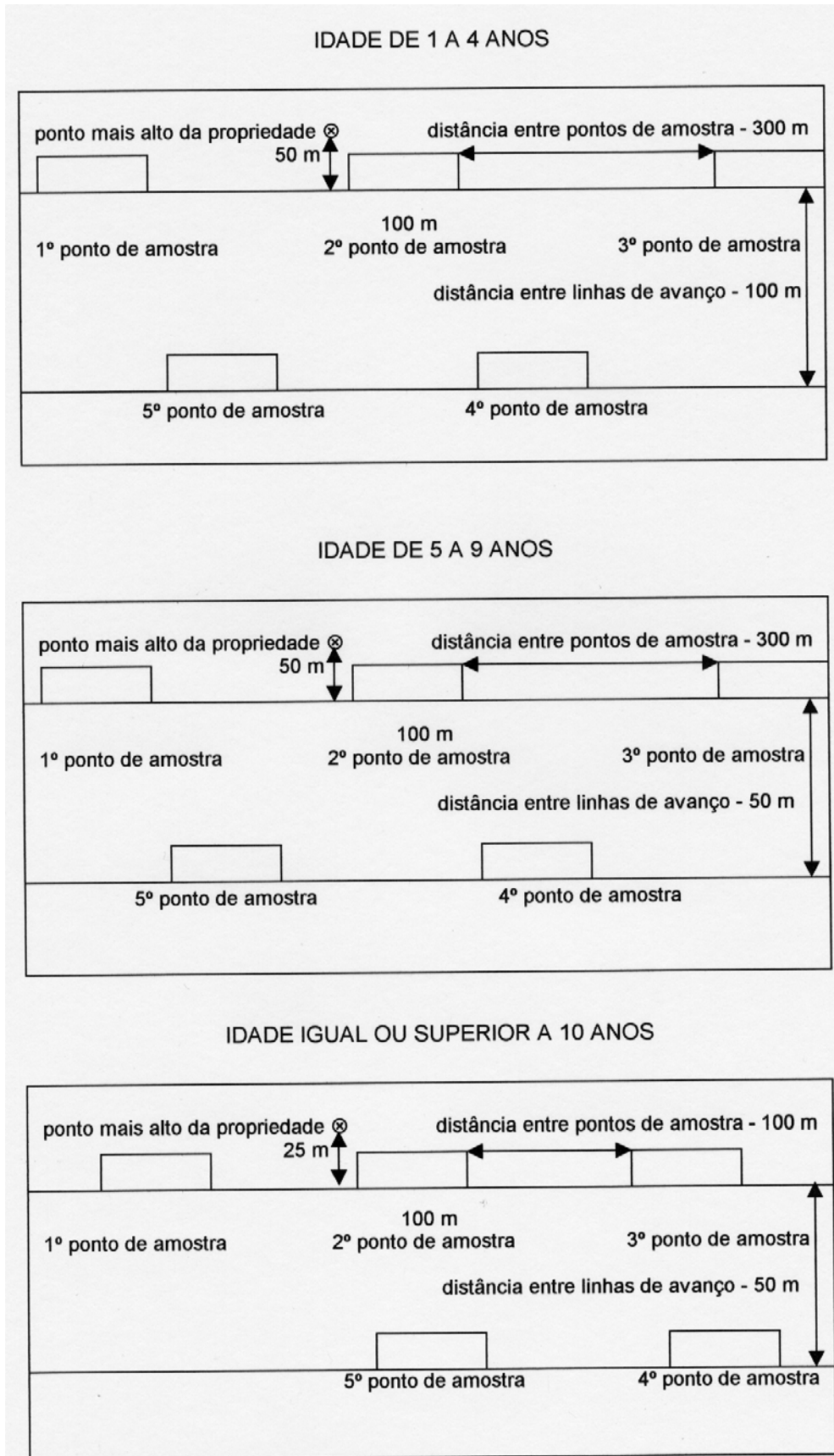


FIGURA 4.7. Povoamentos instalados em terraços

Para a implantação da 1ª linha de avanço, parte-se do ponto mais alto da propriedade e segundo a linha de maior declive avança-se meia distância daquela preconizada para a distância das linhas de avanço.

Os pontos de amostragem podem ser desviados, sem que no entanto, tal afecte o número total de pontos previstos, de forma a evitar situações de bordadura, clareiras, afloramentos rochosos etc. que possam falsear o resultado final do inventário.

Sempre que o terreno seja inclinado deve proceder-se à correcção das distância inclinadas quer no estabelecimento das linhas de avanço, quer na implantação dos pontos de amostragem quer no procedimento da medição das alturas.

Em cada ponto de amostra medem-se os DAP de todas as árvores e as alturas totais:

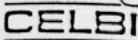
- no 1º ponto de amostra, das 4 árvores de maior diâmetro;
- nos 2º e 3º ponto de amostra, as árvores nº 5, 10, 15 e 20, no caso do povoamento em 1ª rotação e as árvores nº 10, 20, 30 e 40, no caso dos povoamentos em 2ª e 3ª rotação;
- no 4º ponto de amostra inicia-se novo ciclo.

- **Inventário florestal da Aliança Florestal (2001)**

- 0. Instituições

Grupo PORTUCEL SOPORCEL

Tendo em consideração que se trata de um grupo de duas empresas de celulose apresenta-se uma tabela comparativa dos procedimentos de inventário florestal praticados em cada uma delas.



CELBI
CELULOSE BEIRA INDUSTRIAL
(CELBI), SA

INVENTÁRIO FLORESTAL

REGISTO DE CAMPO

P. E.

DADOS:

Ponto de Amostragem nº _____

Área do P. Amostragem _____ m²

Nº de P. Amostragens _____

Área da Parcela _____ ha

Ano de Plantação _____

Lado / Direcção _____ m

Tipo de Inst. _____
compasso X

Data de início / /

Data de termo / /

Identificação

Propriedade _____

Talhão _____

Parcela _____

Efectuado por: _____

nº Arv.	D A P	Altura	Codig.	nº Arv.	D A P	Altura	Codig.	nº Arv.	D A P	Altura	Codig.
	<small>cm</small>	<small>m</small>									
1				17				33			
2				18				34			
3				19				35			
4				20				36			
5				21				37			
6				22				38			
7				23				39			
8				24				40			
9				25				41			
10				26				42			
11				27				43			
12				28				44			
13				29				45			
14				30				46			
15				31				47			
16				32				48			
								49			
								50			
								51			
								52			
								53			
								54			

CODÍGOS:

Arv. Viva Atacada de PHOR. - V

Arv. Seca Atacada de PHOR. - F

Arv. Seca em Pé ----- S

Arv. Biforcada ----- B

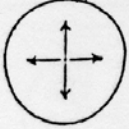
Arv. com Carvão ----- C

Arv. Tombada ----- T

Arv. com Ponta Partida ----- P

Arv. com Rebentos ao Longo

do Tronco ----- R



TIPO DE MATA (0) (+) (-)

Data / /

TABELA 4.1. Análise comparativa dos procedimentos de inventário florestal da Portucel e da Soporcel

Informação	Portucel	Soporcel
Objectivos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estimativa volumétrica rigorosa dos povoamentos ao nível núcleo e Divisão ➤ Recolha de outras características importantes à gestão 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estimativa volumétrica rigorosa dos povoamentos em pré-corte ➤ Geração de estimativas de predição volumétrica fiáveis de povoamentos em crescimento
Metodologia		
Esquema de amostragem	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemático estratificado por idade/rot/espécie, ou seja, por talhão ➤ Parcelas permanentes com reposição parcial annual 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemático estratificado por idade/rot, ou seja, por talhão ➤ Parcelas permanentes na rotação
Intensidade	<p>A intensidade varia em função da idade: 0-4 = 1parcela/50ha 5 e 6 = 1parcela/25ha 7, 8 e 9 = 1parcela/12,5 10 = 1parcela/6,25 ha >10 anos = 1parcela/3,15ha</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Independente da área da propriedade/parcela ➤ Intensidade em função dos talhões 	<p>A intensidade varia em função da área do talhão e do objectivo do inventário:</p> <p>Povoamento em Pre-corte: 10 ha => 1 parcela/ 2 ha < 10 ha => 1 parcela/ 1 ha</p> <p>Outras áreas: 12 ha => 1 parcela/ 4 ha < 12 ha => 1 parcela/ 2 ha 1º inventário após ¾ anos de idade</p>
Tipo de parcelas e dimensão	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parcelas quadradas com inicio na entre-linha ➤ 400 m2 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Parcelas quadradas de 400 m2 com inicio na entre-linha
Instalação de parcelas		
Acesso geral	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Enquadramento 1/250000 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sem informação
Suporte Cartográfico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotografia aérea 1990 ➤ Ou fotografia aérea 1995 ➤ Mapas impressos a 1:10000 ou menor uso do solo e parcelas de inventário ➤ Parcelas estão em formato digital 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fotocópia de carta militar ➤ Mapa 1/10000 com limites de propriedade, usos, caminhos, pontos de água ➤ Parcelas assinaladas com números de 1-999 e de acordo com uma grelha quadrada
Identificação das parcelas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintura com 2 círculos na árvore junto ao caminho e fita mosqueira com prego ➤ Assinalado o mês e ano na árvore do caminho ➤ Pintura das 4 árvores dos cantos e aplicação de fita 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintura com 2 círculos na árvore junto ao caminho e fita mosqueira com prego ➤ Assinalado o mês e ano na árvore do caminho ➤ Pintura das 4 árvores dos cantos e aplicação de fita mosqueira com prego na

TABELA 4.1. Análise comparativa dos procedimentos de inventário florestal da Portucel e da Soporcel (cont.)

	<p>mosqueira com prego na 1ª árvore.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pintura na árvores do topo da parcela, do número sequencial 	1ª árvore.
Medição de variáveis		
Identificação das árvores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sequencial em serpentina desde a primeira árvore (1-99) ➤ A vara de cada árvore é numerada de 1-9 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sequencial dentro da linha ➤ Numerada a linha e a árvore ➤ No caso de existirem mais do que uma vara por árvore, repete a numeração
Medição de Dap's	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Todas as árvores contidas na parcelas são medidas ➤ Medição Simples ➤ Alterna a direcção da medição entre cada linha ➤ Medição e registo ao milimetro 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Todas as árvores contidas na parcelas são medidas ➤ Simples e perpendicular a direcção da linha ➤ Alterna a direcção da medição entre cada linha ➤ Medição e registo ao milimetro
Medição das Alturas Mod.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Em 10 % das parcelas ➤ Metodo de Drought modificado 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nas áreas em pré-corte ➤ Metodo de Drought modificado
Medição das Alturas Hdom	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Em todas as parcelas ➤ As 4 árvores vivas mais grossas desde com forma boa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Em todas as parcelas ➤ As 4 árvores vivas mais grossas desde que sãs e perfeitas de forma
Codificação das varas	<p>Em três níveis:</p> <p>Estado:</p> <p>0 – Viva 1- Morta 2- Falha</p> <p>Sanidade:</p> <p>0 – Sã 1 – Phoracanta 2 – Doenças 3 – Outras causas</p> <p>Forma:</p> <p>0 – Boa forma 1 – Bifurcada 2 – Ramos grossos 3 – Curvatura basal 4 – Tronco torto 5 – Inclinação 6 – Ponta partida 7 – Ponta seca 8 – Arbustiva 9 – Dap menor 5 cm</p>	<p>Em dois níveis:</p> <p>Forma:</p> <p>01 – Rectilínea 02 – Inclinação 03 – Bifurcada superior 04 – Bifurcada Inferior 05 – Curvatura Basal 06 - Árvores partidas 07 – Rebentação de Corte 08 - Falha de Plantação 09 - Falha de corte 10 - Menos que 5 cm</p> <p>Sanidade</p> <p>01 – Sã 02 – Phoracantha (não seca) 03 – Phoracantha (seca) 04 – Stress (seca) 05 – Stress (não seca) 06 – Gonipterus</p>
Formato de recolha	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ficha de preenchimento manual no campo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No campo com Huskeys ➤ Ficha de observações

TABELA 4.1. Análise comparativa dos procedimentos de inventário florestal da Portucel e da Soporcel (cont.)

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Software de introdução de dados em gabinete 	
Outra Vegetação Arbórea	<ul style="list-style-type: none"> Inf. ao nível da parcela ➤ Contabilização de regeneração natural em três níveis: nula, insuficiente e abundante ➤ Avalia-se as duas espécies mais abundantes 	
Vegetação Arbustiva	<ul style="list-style-type: none"> Inf. ao nível da parcela ➤ Identificação dos géneros vegetais mais abundantes ➤ Estimação do % de coberto ➤ Estimação da altura média ➤ Estimação da % do coberto da folhada 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inf. ao nível do Talhão
Recursos Faunísticos		
Características do Site	<ul style="list-style-type: none"> Inf. ao nível da parcela ➤ Exposição ➤ Situação fisiográfica ➤ Declive ➤ Solo ➤ Rocha-mãe ➤ Tipo de Preparação do solo ➤ Pedregosidade ➤ Sinais de erosão ➤ Presença de Pragas ➤ Grau de ataque do Grogulho 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inf. ao nível do Talhão ➤ Qualidade dos acessos ➤ Preparação do Terreno
Observações	<ul style="list-style-type: none"> Inf. ao nível da parcela ➤ Espaço de 255 caracteres 	Inf. Ao nível da parcela
Processamento da Info		
Altura das árvores	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hipsométrica Geral 	Hipsométrica local
Área Basal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Projecção ao nível do ha da soma das áreas basais de cada individuo vivo e morto 	
Volumes	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equação de volume do Coucelo (1980) 	

Inventário florestal volumétrico de povoamentos de eucalipto

Div	U.G	Propriedade	Talhão	Parcela	Data	Equipa
					__/__/200	
Divisão:				Espécie	Rotação	Idade
Cod_uni_gestão:						
Obser:						

Indicadores principais

Exposição	
Situação fisiográfica	
Declive	
Rocha mãe	
Solo	
Preparação de terreno	
Erosão	
Pedregosidade	
Altura máx.do obstáculo	
Presença de pragas	
Grau de ataque de gorgulho	

Outros indicadores

Regeneração natural	Classe
árvores com <1.30m	
árvores com altura entre 1.30 - 3.00 m	Nº de árvores
superior a 3.0 m	
Espécie principal	
Sub-bosque	Classe
% coberto total	
Altura do coberto (cm)	
Folhada	
Espécie dominante	
2ª espécie	

Divisão

710 – Div Norte
720 – Div Litoral
730 – Div Vale Tejo
740 – Div Interior
750 – Div Sul

Declive

classe 1: < 5%, ou plano
classe 2: 5-10%, ligeiro
classe 3: 11 -20%, moderado
classe 4: 21 - 35 %, acentuado
classe 5: > 35%, elevado

Espécie de sub-bosque

Tojo	1
Urze	2
Silvas	3
Carqueja	4
Medronho	5
Esteva	6
Giesta	7
Feto	8
Rosmaninho	9
Herbáceas	10
Resíduos de exploração	11
Outras	12

Espécie

1 - Euc. globulus,
2 - Euc. maidenii,
3 Euc.dalrympleana,
4 - Euc. smithii,
5 - Euc. gunni,
6 - Euc. viminalis,
7 - Euc. delegatensis,
8 - Euc. nitens
9 - Euc. rubida

Preparação de terreno

Classe 1: Lavoura contínua
Classe 2: Ripagem
Classe 3: Vala e cômoro
Classe 4: Terraços
Classe 5: Covas

Coberto de sub-bosque, folhada e pedregosidade

classe 1: ausência
classe 2: 1- 25%
classe 3: 26-50%
classe 4: 51-75%
classe 5: > 76%

Presença de pragas

tipo 1- ausência
tipo 2 - phoracanta
tipo 3 - gorgulho
tipo 4 - tipo 2 + 3
Grau de ataque, deve ler o protocolo

Regeneração	Classe
Nula	1
Insuficiente	2
Abundância	3

Situação fisiográfica

tipo 1: Vale
tipo 2: Encosta
tipo 3: Cumeada
tipo 4: Planície

Solo

classe 1: arenosa
classe 2: argilo-arenoso
classe 3: argiloso

Erosão

1- presença
2- ausência

Rocha mãe:

Classe 1: granitos
Classe 2: arenitos
Classe 3: xistos

Regeneração natural	Código
Pinheiro	Pnb
Carvalhos perenifólios	Cp
Carvalhos caducifólios	Cc
Castanheiro	Ct
Acácia (australis)	Aa
Acácia (mimosa)	Ac
Eucalipto	Eg
Outras	Ot

CÓDIGOS A UTILIZAR

MÉTODO DE INVENTARIAR	CÓDIGO
pré-corte	1
rodina	2

ESPÉCIE	CÓDIGO
eucalipto	22
pinho	23
outras	24

SANIDADE	CÓDIGO
sã	1
phoracantha não seca	2
phoracantha seca	3
stress seca	4
stress não seca c /rebentos	5
deformada	6
gonipterus seco	7
gonipterus não seco	8

OBJECTIVOS	CÓDIGO
pré-corte	1
áreas a inventariar a 1ª vez	2
acompanhamento	3
casos especiais	4
áreas a processar	5

FORMA	CÓDIGO
rectilínia	1
inclinada/sinosoidal	2
biforcada superior	3
biforcada inferior	4
curvatura basal	5
árvores partidas	6
rebentação de corte	7
falha de plantação	8
falha de corte	9
dap < 5 cm	10

ASPECTOS GERAIS DA PARCELA

OCUPAÇÃO DE SOLO	1 sem alteração	2 alteração
	1 gilhado	2 não gilhado
GALHOS	1 bom	2 razoável
	3 mau	1 limpo
QUALIDADE DE ACESSOS	2 moderado	3 infestado
SUB-BOSQUE	1 palmeares	2 vala e câmara
PREPARAÇÃO DO TERRENO	3 tipagem	

DATA: / /
RESPON.:

INVENTÁRIO FLORESTAL - SOPORCEL 2001

REGISTO 1- CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE/PARCELA

PROPRIEDADE	
PARCELA	

MÉTODO DE INVENTÁRIO		ESPÉCIE	
OBJECTIVO DA PRODUÇÃO		IDADE	

REGISTO 2-CARACTERIZAÇÃO DA PARCELA

PARCELA		ROTAÇÃO	
DIMENSÃO DOS LADOS	A	B	C
			D
DECLIVES			
OBSERVAÇÕES			

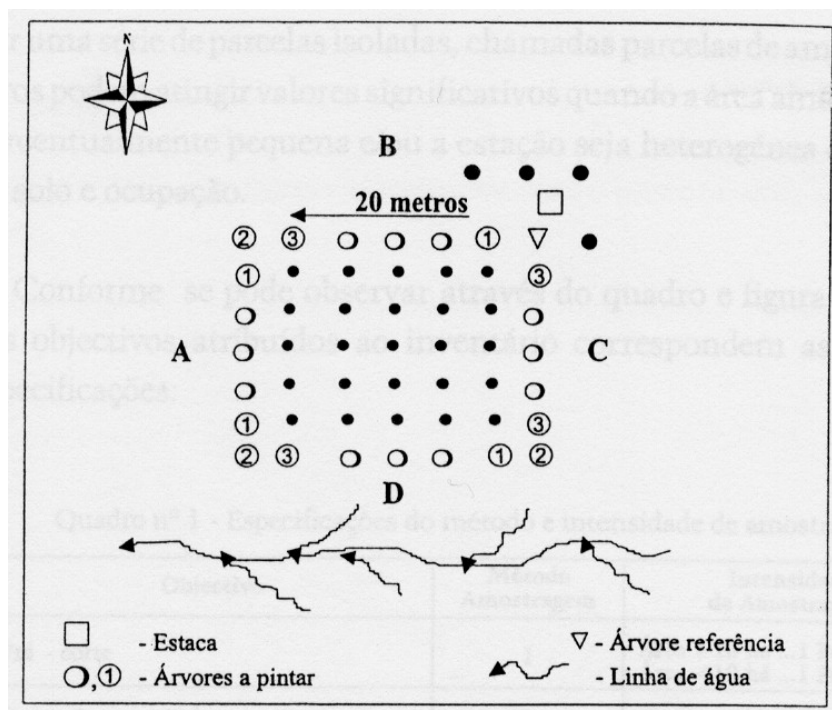


FIGURA 4.8. Instalação da parcela - Soporcel

- **Inventário Florestal Nacional (1997)**

0. Instituição

Direcção Geral das Florestas

1. Amostragem

Na 3ª revisão do inventário florestal nacional as parcelas de amostragem foram seleccionadas casualmente a partir de pontos interpretados na fotografia aérea que foram classificados como tendo utilização florestal, e nestes, para cada um dos diferentes estratos florestais.

A fotointerpretação foi sistemática, resultando da aplicação de uma grelha de pontos às ampliações à escala 1:10000 das fotografias aéreas, infra-vermelho falsa cor, escala de 1:40000, do voo (direcção EW-WE) realizada em 1995, propriedade conjunta da Direcção Geral das Florestas (DGF), CELPA - Associação da Indústria Papeleira e CNIG - Centro Nacional de Informação Geográfica.

Pela primeira vez, para além dos métodos clássicos de recolha de informação do inventário florestal foram incluídos parâmetros relevantes para a monitorização da biodiversidade associada aos povoamentos florestais. A figura 4.9. apresenta um esquema simplificado das operações deste inventário florestal.

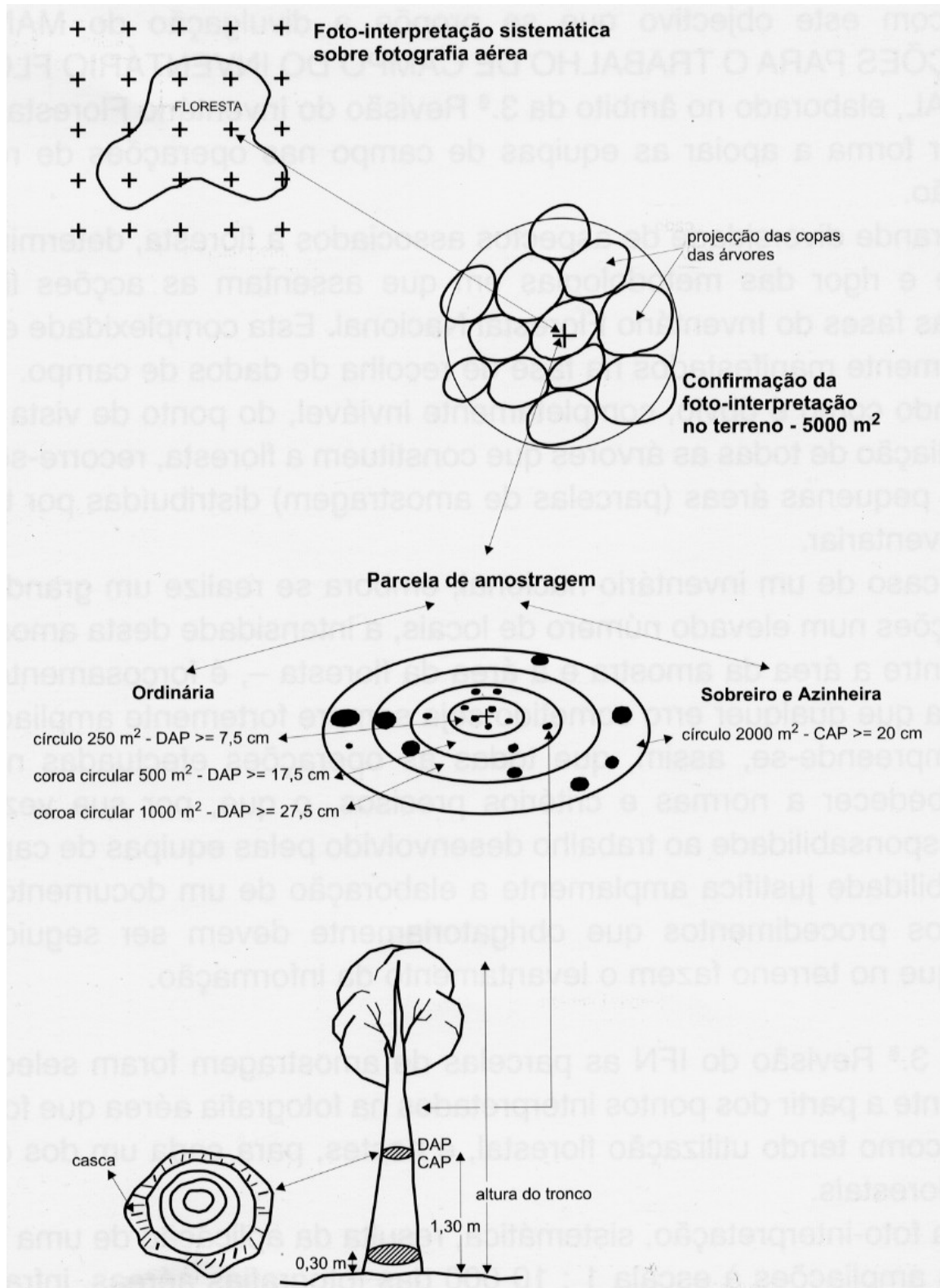


FIGURA 4.8. Operações do inventário florestal - esquema simplificado



DGF
Direcção-Geral
das Florestas

INVENTÁRIO FLORESTAL NACIONAL

Inventário Geral

Fiada

Fotografia

Foto-ponto

Data ____ / ____ / ____

Equipa

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PARCELA DE AMOSTRAGEM

- LOCALIZAÇÃO

Carta Militar	Concelho
<input type="text"/>	<input type="text"/>

- CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA

Exposição	Altitude	Declive	Situação fisiográfica
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- VERIFICAÇÃO DA FOTO-INTERPRETAÇÃO

Estrato interpretado (na fotografia)	Estrato verificado (no terreno)	Substituição da espécie	Conversão	Erro de foto- interpretação	Bosquete	Clareira
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

Espécie	Classe de idade	Regime cultural			Rotação			Forma de tratamento		Estado sanitário			Resinagem		Natureza do corte		Origem do povoamento	
		Alto fuste	Talhada	Talhada composta	1.ª	2.ª	3.ª ou +	Regular/ Equiênio	Jardinado/ Irregular	Bom	Razoável	Mau	Sim	Não	Raso	Algumas árvores	Natural	Artificial

- FOGOS

Indícios de fogos	
Sim	Não

Se há indícios

Ano	Danificação do arvoredo	Existência de corte	
<input type="text"/>	Parcial Total	Sim	Não

- MELHORAMENTOS CULTURAIS NECESSÁRIOS

Desbaste		Desrama		Monda / Limpeza		Roça de mato	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não

- EROSÃO

Sinais de erosão	
Sim	Não

- SUB-COBERTO

Utilização do sub-coberto		Regeneração de outras espécies florestais	
Utilização agrícola	1	Abundante	1
Pastagem artificial	2	Mediana	2
Pastagem natural	3	Fraca	3
Matos	4	Nula	4

- ÁRVORES DE REFERÊNCIA

Árvore n.º	Espécie	Distância ao centro da parcela (cm)	Azimute (graus / grados)
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

DIVERSIDADE VEGETAL**• CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA DO POVOAMENTO**

Altura média dominante do povoamento (m) _____	Classe de altura (m)	Coberto total (%)	Coberto por espécie					
			Espécie	%	Espécie	%	Espécie	%
	≥ 16							
	≥ 8 e < 16							
	≥ 4 e < 8							
	≥ 2 e < 4							
	≥ 1 e < 2							
	≥ 0,6 e < 1							
< 0,6								

• CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL DO POVOAMENTO

Direcções	Agricultura		Inculto	Floresta			Linhas de água		Vias de comunicação				Área social		
	Ocupação do solo	Classe de distância	Classe de distância	Espécie dominante	Classe de altura	Classe de distância	Classe de distância	Espécie	Estrada asfaltada	Caminho de terra	Caminho de pé posto	Classe de distância	Casa isolada	Povoação	Classe de distância
N															
NE															
E															
SE															
S															
SO															
O															
NO															

• ASPECTOS ESPECÍFICOS

Árvores com líquenes ou musgos no tronco (%)	Vestígios de pastoreio			Limpeza de mato		Manta morta	
	Caprino / Ovino	Suíno	Bovino / Equino	Sim	Não	Coberto (%)	Espessura (cm)

• OBSERVAÇÕES

PRÁTICA

- **Protocolos de inventário florestal. Amostragem e selecção das unidades de amostragem. Preparação do trabalho de inventário florestal. Brigadas de campo. Chefe de brigada. Preparação do material dendrométrico e mochilas de campo.**

Considere a propriedade do Monte do Inferno da empresa PORTUCEL

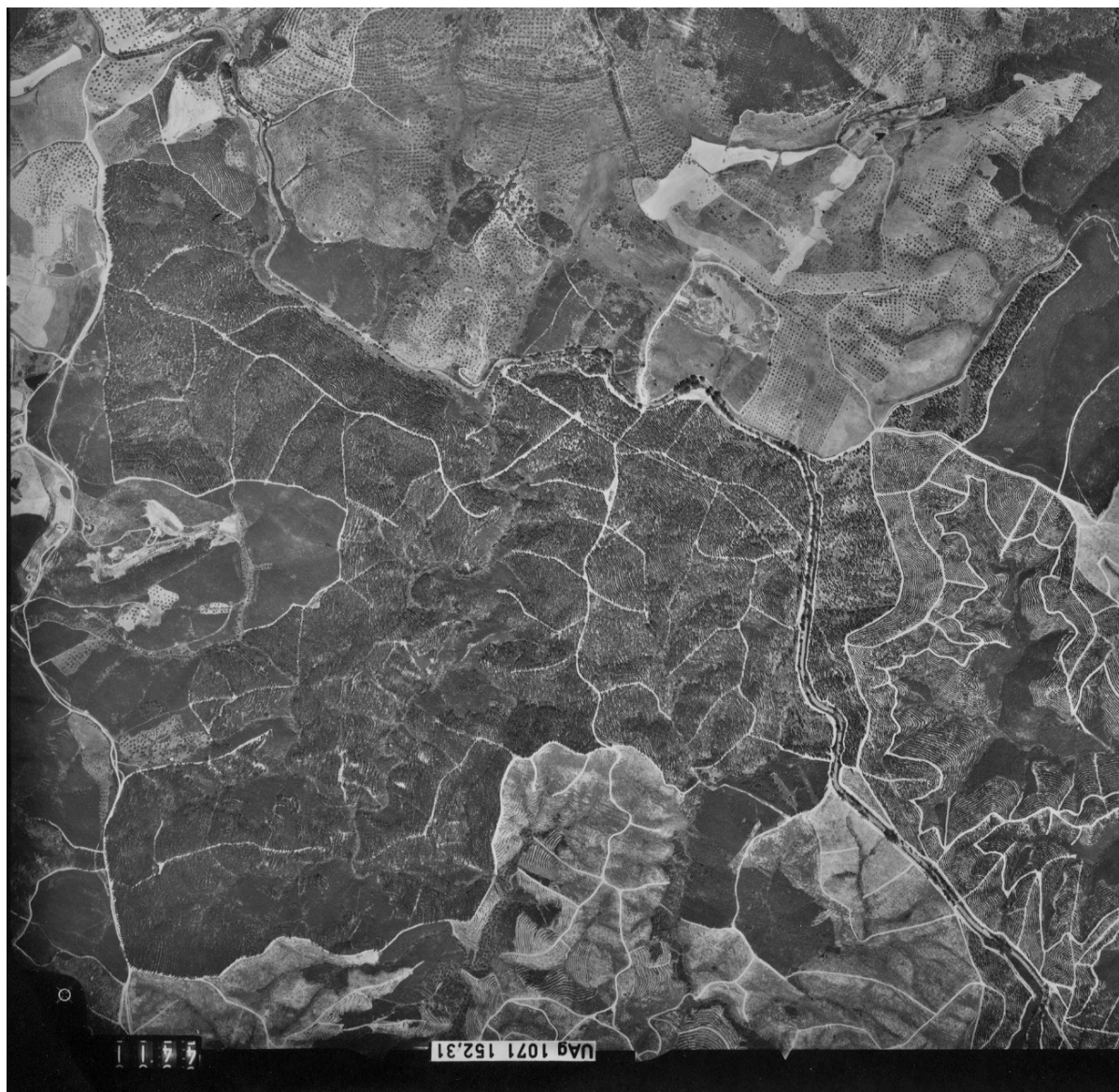
Zona Florestal de Nisa

Núcleo Florestal de Castelo Branco

Área: 242.275 ha

Carta militar nº 292

Fotografia aérea nº 4411 (IGC 15 Mai 89)



EXERCÍCIO 1 - Considere o protocolo de inventário florestal da CELPA.

- a. Marque o fotoponto H4 na fotografia e determine o percurso a realizar no terreno para a sua correcta localização (distância e azimute) para a localização do fotoponto (medições conjugadas na carta militar e fotografia aérea). Justifique o ponto de partida considerado para o efeito.
- b. Defina por fotointerpretação a homogeneidade do cluster.

EXERCÍCIO 2 - Considere o protocolo de inventário florestal da PORTUCEL.

Recorra à grelha de pontos (4 mm x 4 mm) e marque o fotoponto da (linha10, coluna 19).

- a) Defina por consulta da carta militar e por fotointerpretação a orientação dos lados para a instalação da parcela no terreno tendo em consideração que a inclinação da encosta é de 19 °.

EXERCÍCIO 3 - Considere o protocolo de inventário florestal da STORA-CELBI.

- a) Defina a orientação para as linhas de avanço e localize o seu início.
- b) Considere que o povoamento de eucalipto apresenta uma idade entre 5-9 anos e foi instalado em terreno plano ou em vala e cômodo. Defina os espaçamento entre linhas de avanço e o espaçamento entre parcelas ao longo das linhas de avanço.
- c) Faça um esboço do esquema de inventário sobre a fotografia aérea.

EXERCÍCIO 4 - Preparação do trabalho de inventário florestal a realizar na próxima aula de campo pelos alunos.

- Carta militar nº 292
- Fotografia aérea nº 4411 (IGC 15 Mai 89)
- Grelha de pontos
- protocolo de inventário florestal da PORTUCEL
- 4 fotopontos seleccionados por amostragem sistemática
- 4 equipas de campo
- 4 mochilas (marcador, spray, estacas, Blume-Leiss, suta e fita de 50 m).

TABELAS DE CONVERSÃO

$$\text{dist } i \text{ (m)} = f \text{ (dist } h \text{ (m), } i \text{ (}^\circ\text{))}$$

$$\text{dist } h \text{ (m)} = f \text{ (dist } i \text{ (m), } i \text{ (}^\circ\text{))}$$

distância horizontal								
graus	5	10	15	20	25	30	35	40
5	5.02	10.04	15.06	20.08	25.10	30.11	35.13	40.15
6	5.03	10.06	15.08	20.11	25.14	30.17	35.19	40.22
7	5.04	10.08	15.11	20.15	25.19	30.23	35.26	40.30
8	5.05	10.10	15.15	20.20	25.25	30.29	35.34	40.39
9	5.06	10.12	15.19	20.25	25.31	30.37	35.44	40.50
10	5.08	10.15	15.23	20.31	25.39	30.46	35.54	40.62
11	5.09	10.19	15.28	20.37	25.47	30.56	35.66	40.75
12	5.11	10.22	15.34	20.45	25.56	30.67	35.78	40.89
13	5.13	10.26	15.39	20.53	25.66	30.79	35.92	41.05
14	5.15	10.31	15.46	20.61	25.77	30.92	36.07	41.22
15	5.18	10.35	15.53	20.71	25.88	31.06	36.23	41.41
16	5.20	10.40	15.60	20.81	26.01	31.21	36.41	41.61
17	5.23	10.46	15.69	20.91	26.14	31.37	36.60	41.83
18	5.26	10.51	15.77	21.03	26.29	31.54	36.80	42.06
19	5.29	10.58	15.86	21.15	26.44	31.73	37.02	42.30
20	5.32	10.64	15.96	21.28	26.60	31.93	37.25	42.57
21	5.36	10.71	16.07	21.42	26.78	32.13	37.49	42.85
22	5.39	10.79	16.18	21.57	26.96	32.36	37.75	43.14
23	5.43	10.86	16.30	21.73	27.16	32.59	38.02	43.45
24	5.47	10.95	16.42	21.89	27.37	32.84	38.31	43.79
25	5.52	11.03	16.55	22.07	27.58	33.10	38.62	44.14
26	5.56	11.13	16.69	22.25	27.82	33.38	38.94	44.50
27	5.61	11.22	16.83	22.45	28.06	33.67	39.28	44.89
28	5.66	11.33	16.99	22.65	28.31	33.98	39.64	45.30
29	5.72	11.43	17.15	22.87	28.58	34.30	40.02	45.73
30	5.77	11.55	17.32	23.09	28.87	34.64	40.41	46.19
31	5.83	11.67	17.50	23.33	29.17	35.00	40.83	46.67
32	5.90	11.79	17.69	23.58	29.48	35.38	41.27	47.17
33	5.96	11.92	17.89	23.85	29.81	35.77	41.73	47.69
34	6.03	12.06	18.09	24.12	30.16	36.19	42.22	48.25
35	6.10	12.21	18.31	24.42	30.52	36.62	42.73	48.83
36	6.18	12.36	18.54	24.72	30.90	37.08	43.26	49.44
37	6.26	12.52	18.78	25.04	31.30	37.56	43.82	50.09
38	6.35	12.69	19.04	25.38	31.73	38.07	44.42	50.76
39	6.43	12.87	19.30	25.74	32.17	38.60	45.04	51.47
40	6.53	13.05	19.58	26.11	32.64	39.16	45.69	52.22
41	6.63	13.25	19.88	26.50	33.13	39.75	46.38	53.00
42	6.73	13.46	20.18	26.91	33.64	40.37	47.10	53.83
43	6.84	13.67	20.51	27.35	34.18	41.02	47.86	54.69
44	6.95	13.90	20.85	27.80	34.75	41.70	48.66	55.61
45	7.07	14.14	21.21	28.28	35.36	42.43	49.50	56.57

distância inclinada												
graus	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
5	4.98	9.96	14.94	19.92	24.90	29.89	34.87	39.85	44.83	49.81		
6	4.97	9.95	14.92	19.89	24.86	29.84	34.81	39.78	44.75	49.73		
7	4.96	9.93	14.89	19.85	24.81	29.78	34.74	39.70	44.66	49.63		
8	4.95	9.90	14.85	19.81	24.76	29.71	34.66	39.61	44.56	49.51		
9	4.94	9.88	14.82	19.75	24.69	29.63	34.57	39.51	44.45	49.38		
10	4.92	9.85	14.77	19.70	24.62	29.54	34.47	39.39	44.32	49.24		
11	4.91	9.82	14.72	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.17	49.08		
12	4.89	9.78	14.67	19.56	24.45	29.34	34.24	39.13	44.02	48.91		
13	4.87	9.74	14.62	19.49	24.36	29.23	34.10	38.97	43.85	48.72		
14	4.85	9.70	14.55	19.41	24.26	29.11	33.96	38.81	43.66	48.51		
15	4.83	9.66	14.49	19.32	24.15	28.98	33.81	38.64	43.47	48.30		
16	4.81	9.61	14.42	19.23	24.03	28.84	33.64	38.45	43.26	48.06		
17	4.78	9.56	14.34	19.13	23.91	28.69	33.47	38.25	43.03	47.82		
18	4.76	9.51	14.27	19.02	23.78	28.53	33.29	38.04	42.80	47.55		
19	4.73	9.46	14.18	18.91	23.64	28.37	33.09	37.82	42.55	47.28		
20	4.70	9.40	14.10	18.79	23.49	28.19	32.89	37.59	42.29	46.98		
21	4.67	9.34	14.00	18.67	23.34	28.01	32.68	37.34	42.01	46.68		
22	4.64	9.27	13.91	18.54	23.18	27.82	32.45	37.09	41.72	46.36		
23	4.60	9.21	13.81	18.41	23.01	27.62	32.22	36.82	41.42	46.03		
24	4.57	9.14	13.70	18.27	22.84	27.41	31.97	36.54	41.11	45.68		
25	4.53	9.06	13.59	18.13	22.66	27.19	31.72	36.25	40.78	45.32		
26	4.49	8.99	13.48	17.98	22.47	26.96	31.46	35.95	40.45	44.94		
27	4.46	8.91	13.37	17.82	22.28	26.73	31.19	35.64	40.10	44.55		
28	4.41	8.83	13.24	17.66	22.07	26.49	30.90	35.32	39.73	44.15		
29	4.37	8.75	13.12	17.49	21.87	26.24	30.61	34.98	39.36	43.73		
30	4.33	8.66	12.99	17.32	21.65	25.98	30.31	34.64	38.97	43.30		
31	4.29	8.57	12.86	17.14	21.43	25.72	30.00	34.29	38.57	42.86		
32	4.24	8.48	12.72	16.96	21.20	25.44	29.68	33.92	38.16	42.40		
33	4.19	8.39	12.58	16.77	20.97	25.16	29.35	33.55	37.74	41.93		
34	4.15	8.29	12.44	16.58	20.73	24.87	29.02	33.16	37.31	41.45		
35	4.10	8.19	12.29	16.38	20.48	24.57	28.67	32.77	36.86	40.96		
36	4.05	8.09	12.14	16.18	20.23	24.27	28.32	32.36	36.41	40.45		
37	3.99	7.99	11.98	15.97	19.97	23.96	27.95	31.95	35.94	39.93		
38	3.94	7.88	11.82	15.76	19.70	23.64	27.58	31.52	35.46	39.40		
39	3.89	7.77	11.66	15.54	19.43	23.31	27.20	31.09	34.97	38.86		
40	3.83	7.66	11.49	15.32	19.15	22.98	26.81	30.64	34.47	38.30		
41	3.77	7.55	11.32	15.09	18.87	22.64	26.41	30.19	33.96	37.74		
42	3.72	7.43	11.15	14.86	18.58	22.29	26.01	29.73	33.44	37.16		
43	3.66	7.31	10.97	14.63	18.28	21.94	25.60	29.25	32.91	36.57		
44	3.60	7.19	10.79	14.39	17.98	21.58	25.18	28.77	32.37	35.97		
45	3.54	7.07	10.61	14.14	17.68	21.21	24.75	28.28	31.82	35.36		

LIÇÃO Nº 7

PRÁTICA

- **Treino de campo - Realização de inventário florestal em povoamentos de eucalipto. Localização da unidade de amostragem no terreno. Manuseamento de bússola e fita para estabelecimento da parcela. Correção da inclinação do terreno - manuseamento de clinómetros. Recolha de dados dendrométricos.**

- Considere a fotografia aérea com a localização da unidade de amostragem atribuída à equipe de campo.
- Identifique dois pontos conjugadas na fotografia aérea e no terreno e proceda às medições da distância horizontal e rumo do alinhamento estabelecido e identificado no terreno. Corrija a inclinação do terreno se necessário.
- Marque o Norte magnético na fotografia aérea e determine a escala na proximidade do foponto a partir de medições conjugadas na fotografia aérea e no terreno (manuseamento de transferidor).
- Identifique um ponto de partida e determine o percurso a realizar (distância e azimute).
- Proceda à localização no terreno do foponto identificado na fotografia aérea. Corrija a inclinação do terreno se necessário.
- Instale a parcela e realize as medições prevista na ficha de campo de acordo com o **protocolo de campo** distribuído a cada equipa. Corrija a inclinação do terreno sempre que necessário.

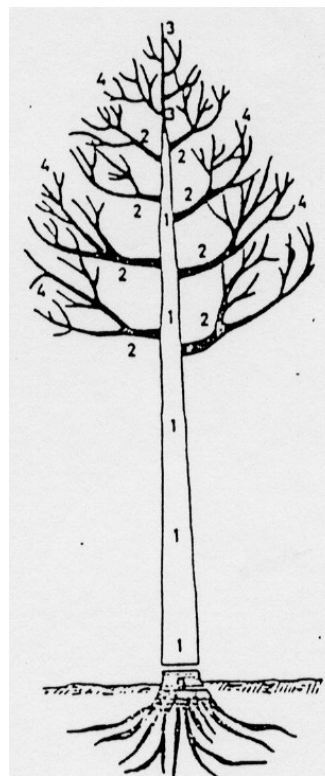
LIÇÃO Nº 8

TEÓRICA

5. QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DA ÁRVORE INDIVIDUAL

5.1. O volume

Na maioria dos casos, a determinação do volume limita-se apenas ao material lenhoso que se situa acima do nível do solo, ou seja acima da altura de abate, i.e. a altura do cepo. A altura do cepo situa-se regra geral aos 0.3 m, embora possa variar entre 0.1 a 0.5 m. Consoante a altura considerada para o cepo obtêm-se variações de volume de 1 a 3 %, sendo, no entanto, comum não incluir nos cálculos do volume mercantil a porção referente ao cepo e à bicada.



Legenda: volume total da árvore = $0+1+2+3+4$ volume do tronco e ramos = $1+2+3+4$ volume total do tronco = $1+2+3$
 volume total dos ramos = $2+4$ volume mercantil da árvore = $1+2$ volume não mercantil = $3+4$

onde, 0 - madeira do cepo e raízes; 1 - tronco mercantil - vai do cepo até ao diâmetro limite superior; 2 - ramos mercantis - ramos cujos diâmetros excedem o valor do diâmetro limite mínimo estabelecido (ramos grossos); 3 - tronco não mercantil - parte do tronco que apresenta diâmetros inferiores ao diâmetro limite; 4 - ramos não comerciais - troncos finos cujos diâmetros são inferiores ao diâmetro limite.

FIGURA 5.1. Divisão da árvore segundo o aproveitamento da madeira (Loetsch *et al.*, 1973)

O volume pode ser calculado com ou sem casca. Na Alemanha o volume sem casca é obtido por dedução de uma dada percentagem de volume de casca sobre o volume com casca, noutros países o volume sem casca é logo medido e expresso sob casca desde o início (Loetsch *et al.*, 1973).

Para além do aproveitamento mercantil do tronco podemos ainda considerar neste, várias categorias de aproveitamento. Tal, será dependente do diâmetro limite considerado para o aproveitamento da madeira para determinado uso, do comprimento do toro e da sua qualidade, quer em termos da qualidade da madeira em si, quer em termos da rectidão do fuste e da existência ou não de galhos inseridos nessa porção de tronco. Por exemplo, consideraremos a madeira para aproveitamento de serração, os toros de 2 m cujos diâmetros não sejam inferiores a 18 cm. A madeira para rolaria, os toros de 2 m cujos diâmetros se situem entre 18 e 7 cm. A bicada, o remanescente do tronco da árvore que apresenta diâmetros inferiores a 7 cm. No entanto, outros critérios de aproveitamento se podem considerar.

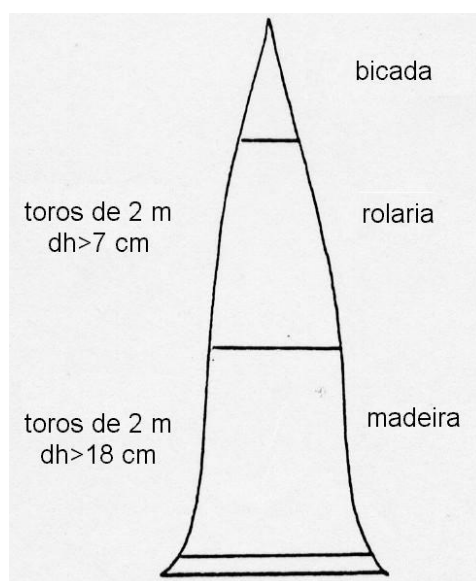


FIGURA 5.2. Categorias de aproveitamento do tronco

5.2. Métodos de cubagem da árvore individual

5.2.1. A forma da árvore

A variação da forma ao longo do tronco da árvore (adelgaçamento) varia com as espécies, idade, qualidade da estação e modo de tratamento do povoamento. Depois do diâmetro e

da altura das árvores, a forma é a terceira variável a empregar na determinação do volume das árvores.

De uma maneira geral, a forma do tronco da árvore individual não corresponde à de nenhum sólido geométrico conhecido. No entanto, é possível identificar várias secções do tronco onde isso acontece.

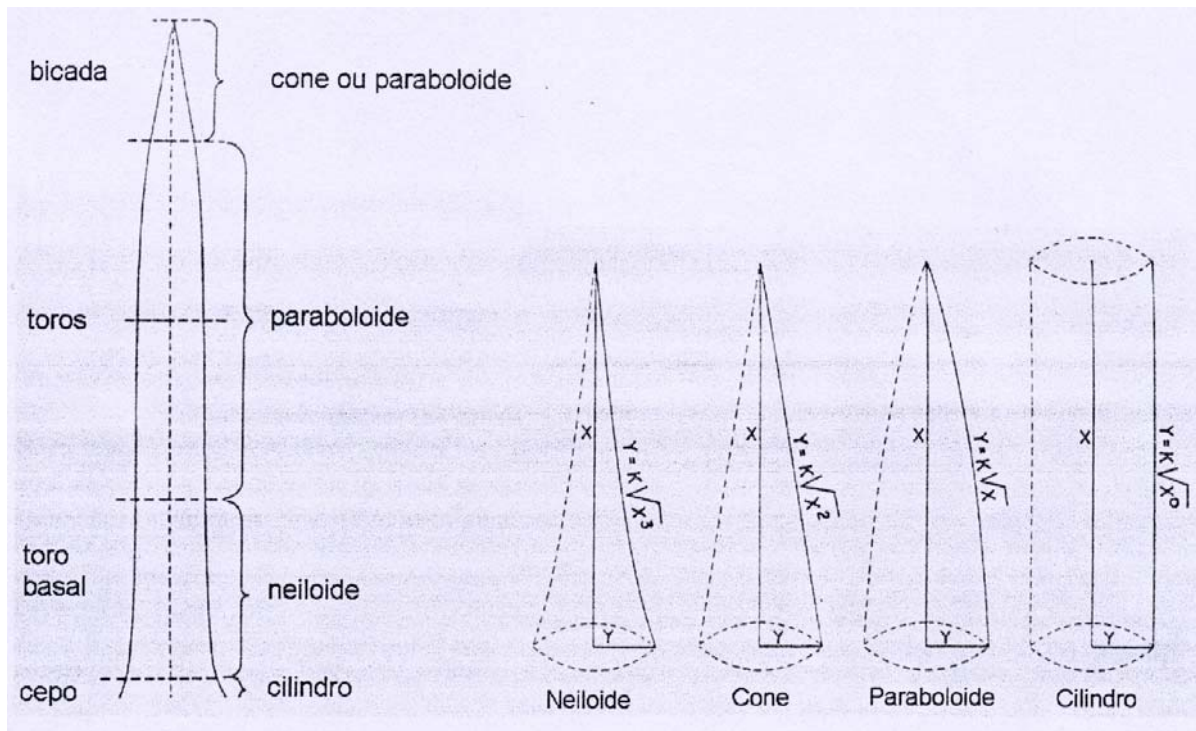


FIGURA 5.3. Forma do tronco (Avery & Burkhart, 1983)

Esta abordagem à quantificação do volume da árvore individual não é porém exequível na medida em que para a identificação das diversas secções do tronco características de um determinado sólido de revolução necessita à priori o conhecimento do volume total da árvore.

5.2.1.2. Coeficientes de forma

Um *coeficiente de forma* é um factor de redução, pelo qual o *produto da área basal pela altura da árvore* tem que ser multiplicado a fim de obter o volume real da árvore:

$$v = g \times h \times cf = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times cf$$

onde, v - volume total da árvore (m^3);
 g - área seccional ou basal (m^2);
 h - altura total (m);
 cf - coeficiente de forma.
 d - DAP (cm).

ou seja, o coeficiente de forma define-se como sendo a *razão entre dois volumes*, i.e., a razão entre o volume real da árvore relativamente ao volume de um cilindro padrão:

$$cf = \frac{v}{\frac{\pi}{4} \times d^2 \times h}$$

Consoante, o diâmetro e/ou altura considerada no cálculo do volume do cilindro padrão podemos definir diversos coeficientes de forma:

- *Coeficiente de forma absoluto* - o diâmetro padrão empregue na determinação da área basal é o diâmetro na base ou o DAP e a altura é aquela que se verifica acima do ponto de medição escolhido para o diâmetro de referência.
- *Coeficiente de forma verdadeiro, normal ou natural* - o nível de medição do diâmetro é proporcional à altura da árvore, e.g. a 10% ou 20% da altura total da árvore. O volume do cilindro de referência é obtido como o produto da área seccional a esse nível pela altura total da árvore. Quando o diâmetro de referência estiver localizado a uma altura relativa do tronco obtém-se um coeficiente de forma natural ou normal. A vantagem de proceder à medição em pontos morfológicamente equivalentes, de árvores com diferentes formas e alturas, é a de esses diâmetros estarem relacionados dum modo mais racional com o volume das árvores. O coeficiente de forma normal é portanto, consideravelmente, mais eficiente na descrição da verdadeira forma da árvore.

No entanto, as dificuldades encontradas na prática, ao medir diâmetros a alturas relativas, particularmente em árvores em pé, são de tal ordem que em inventário florestal só se usa o coeficiente de forma artificial (Marques, 1981).

- *Coeficiente de forma artificial, ordinário ou à altura do peito* - é o mais aplicado, por ser o que na prática é de mais fácil obtenção, embora não de uma verdadeira expressão da forma do tronco. Este recorre à medição do *DAP* e da altura total da árvore. Árvores com formas geométricas idênticas, mas com alturas diferentes apresentam coeficientes de forma diferentes, o que é causado pela influência do alargamento da base (embasamento), que nas árvores maiores pode ultrapassar a região do 1.30m (Marques, 1981).

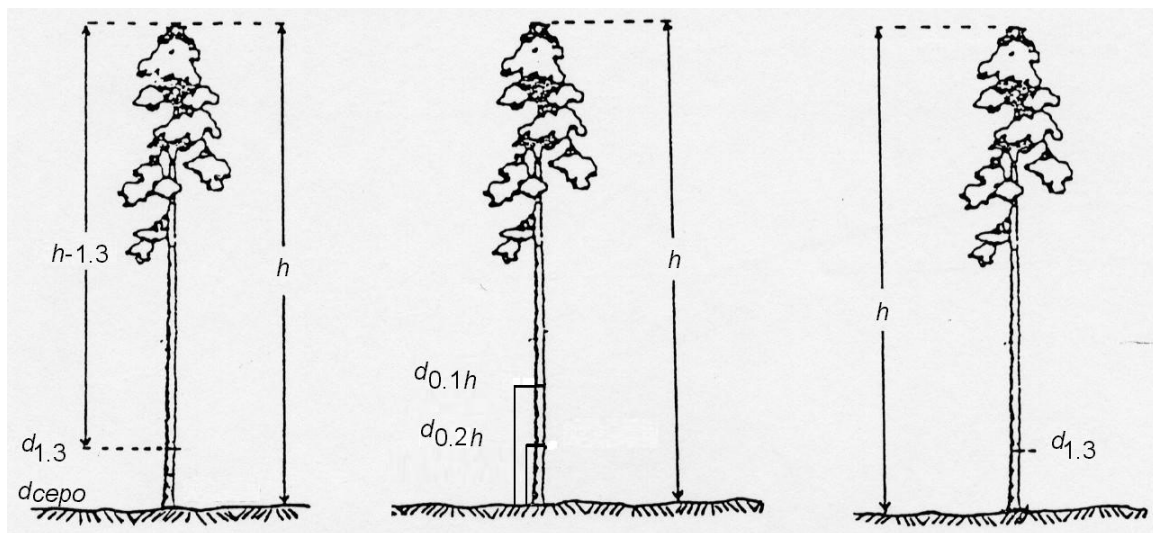


FIGURA 5.4. Variáveis a considerar no cálculo do volume do cilindro padrão para os diferentes coeficientes de forma

5.2.1.3. Quocientes de forma

Um *quociente de forma* define-se pela *razão entre dois diâmetros*: um diâmetro medido a um nível superior ao nível padrão (1.30 m) e o diâmetro à altura do peito (*DAP*). Enquanto que o coeficiente de forma não pode ser determinado directamente, o quociente de forma já é muito mais fácil de calcular, podendo-se usar dendrómetros, como por exemplo, o Relascópio de Bitterlich ou o Telerelascópio para a medição dos diâmetros a vários níveis do tronco, em povoamentos em pé.

Podem definir-se os seguintes quocientes de forma:

- *Quociente de forma a 50%* - obtido pela razão entre o diâmetro a meia altura da árvore e o DAP. Este quociente tem a desvantagem de variar com a dimensão da árvore, tendo as árvores pequenas um quociente formal muito próximo de 1. No entanto, em comparação com os vários quocientes que vamos apresentar é este que melhor resultados oferece quando se trata de analisar árvores de alturas diferentes, pois que o diâmetro ao nível superior é medido a uma altura relativa da árvore (a 50%), permitindo desta forma utilizar os diâmetros de pontos fisiologicamente equivalentes, não obstante os diferentes tamanhos das árvores.
- *Quociente de forma absoluto* - obtém-se através da razão entre o diâmetro medido a meia distância que vai do nível do 1.30 m à extremidade do tronco e o DAP.
- *Quociente de GIRARD* - obtido pela razão entre o diâmetro medido aos 5.30 m e o DAP. Reflecte pouco o que se passa em relação ao total da árvore, dando-nos uma ideia errada quando se comparam árvores de diferentes alturas. As árvores com a mesma altura e o mesmo coeficiente formal, por apresentarem mudanças de forma ao longo do tronco, podem não ter o mesmo quociente formal.

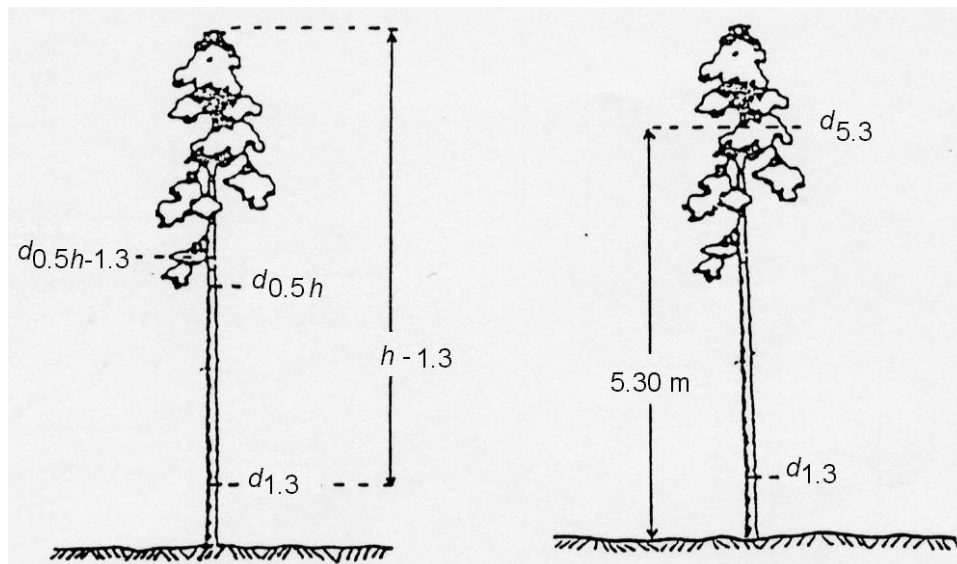


FIGURA 5.5. Diâmetros a vários níveis utilizados nos diversos quocientes de forma

5.2.2. Cubagem rigorosa

Para uma estimativa rigorosa dos volumes é prática corrente proceder a sucessivas medições dos diâmetros ao longo do tronco da árvore, e.g. realizando toros de comprimento fixo. O volume do cepo, é avaliado pela fórmula do volume do cilindro, admitindo o diâmetro da base igual ao diâmetro superior do cepo. O volume dos toros intermédios seguintes, são cubados pela aplicação das fórmulas de Huber ou Smalian ou Newton. E a porção terminal do tronco ou bicada, pela fórmula do cone, em que o diâmetro da base da bicada é igual ao diâmetro superior do último toro.

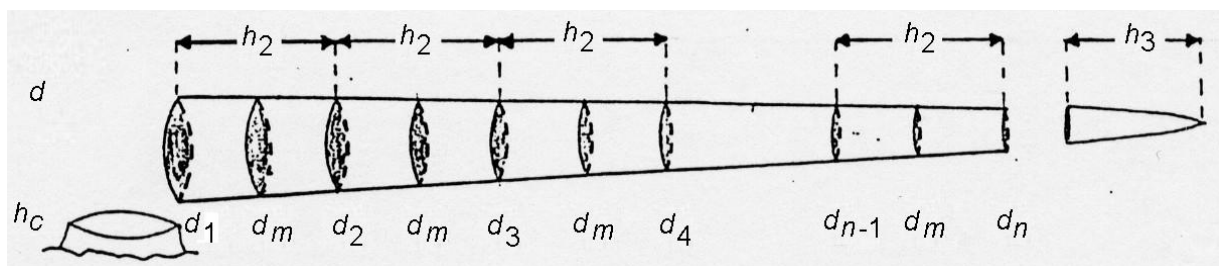


FIGURA 5.6. Seccionamento do tronco para a cubagem rigorosa

$$v_{\text{cepo}} = g_1 \times h_c = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times h_c$$

$$v_{\text{toros}} = v_{\text{toro}_1} + \dots + v_{\text{toro}_n} = v_{\text{mercantil}}$$

$$v_{\text{bicada}} = \frac{1}{3} \times g_n \times h_3 = \frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times d_{\text{bic}}^2 \times h_3$$

$$v_{\text{total}} = v_{\text{cepo}} + v_{\text{mercantil}} + v_{\text{bicada}}$$

Comete-se deliberadamente um erro ao tomar o volume do cepo como sendo um cilindro. No entanto, tal justifica-se pela comodidade de cálculos, aliada à constatação de que a pequena altura do cepo reduz o valor absoluto do erro cometido. Por outro lado, também a impossibilidade prática de medir diâmetros representativos junto ao solo, quer por motivos operacionais, quer devido a deformações resultantes do embasamento dificultam a estimativa do volume do cepo. No entanto, como já foi referido, e.g. despreza-se o volume do cepo para efeitos de cálculo do volume da árvore, até porque em termos

mercantis pouca importância tem, já que este fica no solo após o abate da árvore (Gomes, 1957).

5.2.2.1. Fórmulas de cálculo para avaliação dos volumes dos toros

Para a avaliação dos volumes dos toros apresentam-se três abordagens de cálculo: a fórmula de Huber, a fórmula de Smalian e a fórmula de Newton. A fórmula de Huber dada a sua precisão e rapidez de aplicação é das mais utilizadas nas cubagens comerciais de árvores abatidas. A fórmula de Huber é preferida na Europa, enquanto que nos Estados Unidos da América é a de Smalian (Loetsch *et al.*, 1973). A fórmula de Newton é mais exacta das três fórmulas apresentadas, mas devido ao maior número de medições que requer o seu uso vem limitado, sendo e.g. usada para a comparação de cálculos obtidos com outras fórmulas de volume.

$$\text{Fórmula de Huber} \quad v_{\text{toro}} = g_m \times h_2 = \frac{\pi}{4} \times d_m^2 \times h_2$$

$$\text{Fórmula de Smalian} \quad v_{\text{toro}} = \frac{g_1 + g_2}{2} \times h_2 = \frac{\pi}{4} \times \frac{d_1^2 + d_2^2}{2} \times h_2$$

$$\text{Fórmula de Newton} \quad v_{\text{toro}} = \frac{g_1 + 4 \times g_m + g_2}{6} \times h_2 = \frac{\pi}{4} \times \frac{d_1^2 + 4 \times d_m^2 + d_2^2}{6} \times h_2$$

onde, g_1 - secção inferior do toro;
 g_m - área da secção mediana do toro;
 g_2 - secção superior do toro;
 d_1 - diâmetro inferior do toro;
 d_m - diâmetro da secção mediana do toro;
 d_2 - diâmetro superior do toro;
 h_2 - comprimento do toro.

5.2.3. Cubagem segundo a fórmula de Hohenadl

O seccionamento do tronco da árvore num comprimento fixo absoluto, como é o caso da aplicação das fórmulas de Huber, Smalian e Newton atrás apresentadas, tem a desvantagem de a avaliação do volume em árvores pequenas em relação às de maiores dimensões apresentar um menor rigor da sua determinação. Procedendo-se a um seccionamento em igual comprimento relativo, além de se eliminar o problema atrás referido, tem ainda a vantagem de se poder comparar troncos de árvores de comprimentos absolutos diferentes. A avaliação do volume segundo este método representa uma maior confiança, sendo por isso preferível. Um exemplo deste procedimento é a fórmula de *Hohenadl*:

$$v = \frac{\pi}{4} \times 0.2 \times h \times (d_{0.1h}^2 + d_{0.3h}^2 + d_{0.5h}^2 + d_{0.7h}^2 + d_{0.9h}^2)$$

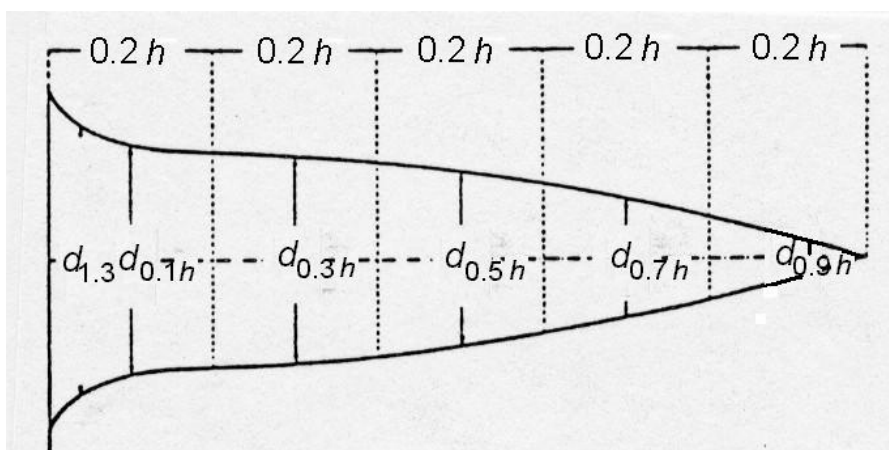


FIGURA 5.7. Medição do tronco segundo o método de Hohenadl (Loetsch *et al.*, 1973)

Para realizar a cubagem rigorosa segundo a *fórmula de Hohenadl*, primeiro haverá que determinar a altura total da árvore e proceder posteriormente ao seu seccionamento. Pretende-se um seccionamento em 5 partes, no entanto, como os diâmetros serão medidos a meio de cada secção, efectivamente, irá determinar-se o valor de um décimo da altura da árvore, localizando no tronco da árvore, a partir do topo, os níveis de 10%, 30%, 50%, 70% e 90% onde serão efectuadas as medições dos respectivos diâmetros.

Quanto maior for o seccionamento quer este seja absoluto ou relativo tanto mais rigor será obtido na cubagem (Marques, 1981).

5.2.3.1. Derivação do coeficiente de forma a 10% da altura da árvore

O conhecimento prévio do coeficiente de forma da árvore ou o coeficiente de forma médio do povoamento em questão, proporciona um método bastante expedito para o cálculo do volume. Vejamos como é possível obter o coeficiente de forma natural a 10% ($cf_{0.1}$) a partir da cubagem segundo o procedimento de Hohenadle:

$$cf_{0.1} = \frac{v}{\frac{\pi}{4} \times d_{0.1}^2 \times h}$$

O coeficiente de forma ordinário (cf) pode ser obtido a partir do coeficiente de forma natural pela seguinte fórmula:

$$cf = cf_{0.1} \times \frac{d_{0.1}^2}{d^2}$$

5.2.4. Fórmula de Pressler

Um método muito simples de determinação do volume de uma árvore isolada é recorrer à fórmula de *Pressler*. No entanto, este só ganhou importância com o uso do Relascópio de espelhos de Bitterlich. Pressler apercebeu-se que a altura directriz era um bom indicador da forma da árvore e conseqüentemente do volume total da árvore:

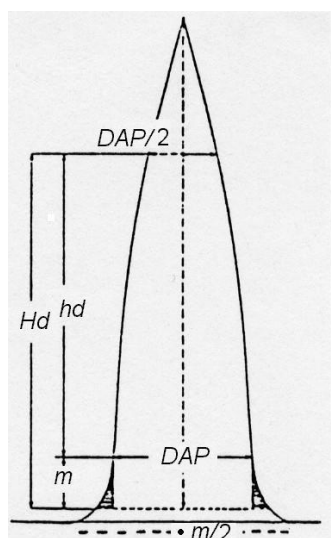


FIGURA 5.8. Altura directriz (hd) altura de Pressler (Hd) e ponto director ($DAP/2$) (Loetsch *et al.*, 1973)

O volume da árvore individual segundo a fórmula de Pressler é obtido de acordo com:

$$v = \frac{2}{3} \times g \times hd + g \times m$$

onde, g - área da secção ao nível do DAP;

hd - altura directriz;

m - altura do cepo até ao 1.30 m.

Uma vez que ao determinar o volume segundo a fórmula exposta, admite-se ser a porção inferior da árvore idêntica a um cilindro, pressupondo-se para efeitos de cálculo, que o valor do *DAP* é igual ao valor do diâmetro ao nível superior do cepo. Assim sendo, a altura directriz pode passar a ser considerada:

$$Hd = hd + m$$

onde, Hd - altura de Pressler.

Então,

$$v = \frac{2}{3} \times g \times hd + g \times m = g \times \left(\frac{2}{3} \times hd + m \right) = \frac{3}{2} \times g \times \left(hd + \frac{3}{2} \times m \right) =$$

$$= \frac{2}{3} \times g \times \left(Hd + \frac{m}{2} \right) = \frac{2}{3} \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \left(Hd + \frac{m}{2} \right)$$

onde, d - DAP.

Recorrendo ao Relascópio de espelhos de Bitterlich, é possível fazer a medição prática da altura de Pressler.

PRÁTICA

- Realização de cubagens rigorosas. Fórmula de Smalian. Cálculo de volumes total e parciais. Volume do cepo, volume mercantil, volume da bicada, volume total. Coeficiente de forma ordinário. Fórmula de Hohenadl. Volume total. Coeficiente de forma a 10% e coeficiente de forma ordinário.

EXERCÍCIO 1 - Considere os dados relativos a uma árvore da espécie *Pinus pinaster* Ait. abatida na zona do pinhal.

P26Arvn	hd	dh
3	0.16	22.8
	1.30	16.3
	2.28	16.3
	4.55	13.0
	6.83	9.8
	8.94	8.1
	11.05	3.3
	13.16	0.0

- Realize o esboço do perfil da árvore com as respectivas medições conjugadas.
- Avalie o volume total com casca da árvore por cubagem rigorosa, explicitando os volume do cepo, volume mercantil e volume da bicada.
- Calcule o coeficiente de forma ordinário.

Nota: Os arredondamentos devem ser realizados apenas no fim, para efeito da resposta final onde deverá constar a unidade em questão. Não esquecer para efeito de cálculos a uniformização das unidades.

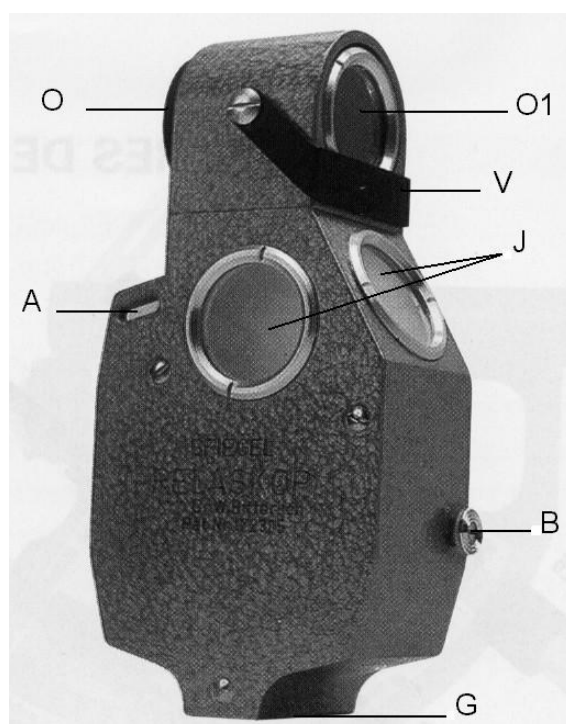
EXERCÍCIO 2 - Considere os dados recolhidos, por seccionamento do tronco da árvore em 10 partes iguais:

Arvn ^o 21	hd (m)	dh c/c (cm)
DAP = 19.5 cm	1.1	21.0
h = 11.0 m	3.3	13.5
	5.55	10.5
	7.7	7.5
	9.9	6.0

- a) Realize o esboço do perfil da árvore com as respectivas medições conjugadas.
- b) Avalie o volume total com casca da árvore recorrendo à fórmula de Hohenadl.
- c) Calcule os coeficientes de forma a 10% e de forma ordinário.

LIÇÃO Nº 9
TEÓRICA**5.3. Instrumentos de medição dendrométrica frequentemente utilizadas para a cubagem da árvore em pé****5.3.1. Relascópio de espelho de Bitterlich**

O *Relascópio de espelho de Bitterlich* é um aparelho multifacetado quanto às suas possibilidades de utilização. Exteriormente, o aparelho apresenta-se do seguinte modo:



- Legenda:
- O - na face que fica voltada para o observador, encontra-se o orifício de pontaria;
 - O1 - na face oposta, a janela circular, que conjuntamente com O permite as miradas;
 - V - viseira, que se destina a regular a iluminação das escalas;
 - J - janela de vidro fosco para a entrada de luz difusa;
 - B - botão destinado a soltar e a fixar o pêndulo, onde estão traçadas as bandas e as escalas;
 - A - passagem da correia, quando se queira pendurar o aparelho ao pescoço;
 - G - orifício com rosca, que permite acoplar o aparelho a um pé de aparelho topográfico com articulação de joelho, o que pode ter interesse em certas operações mais delicadas.

FIGURA 5.9. Relascópio de espelhos de Bitterlich

Este proporciona a *medição de alturas totais ou parciais* de árvores, comportando-se como um *hipsómetro*; a *medição de diâmetros aos vários níveis do tronco*, funcionando como *dendrómetro*; da conjugação dos dois aspectos anteriores, o aparelho é concebido de modo a tornar possível a realização da *medição de diâmetros e alturas conjugadas a qualquer nível do tronco*; a estimativa, segundo um método expedito, da *área basal por hectare* de um povoamento; a concretização do método de Pressler para a cubagem da árvore individual e/ou dos povoamentos, através da obtenção da *altura formal*; a estimativa da *altura média* do povoamento, através do procedimento de Hirata; a estimativa do *número de árvores por hectare* dos povoamentos; o cálculo de *declives*.

Efectuando uma mirada, observa-se um campo de visão circular. Através do semi-círculo superior vêem-se directamente os objectos exteriores, enquanto que no inferior se encontram as bandas e as imagens das escalas, traçadas como se disse, sobre um pêndulo que gira em torno de um eixo horizontal. A linha que divide os dois semi-círculos é denominada "*linha de pontaria ou linha de mira*".

Quando se comprime o botão *B*, o pêndulo - e com ele as bandas e as escalas - fica livre, caso contrário está fixo, em posição de repouso. Para se coseguir o rápido repouso das escalas no ponto de leitura deve-se alternadamente, comprimir e soltar o pêndulo. É sobre aquela linha de pontaria que serão lidos os valores referentes às medições executadas. É importante salientar que o *olho esquerdo* não deverá ser fechado durante as medições, ao contrário, ele deverá permacer *aberto* para controlar a observação e medição dos objectos.

Se soltarmos o pêndulo e observarmos em toda a sua extensão as bandas e as escalas, verificamos que o seu perfil não é uniforme. Tal circunstância é propositada, pois que se pretendeu desse modo corrigir automaticamente o efeito devido a eventual inclinação do terreno, através da variação da largura das bandas.

Assim como o Blume-Leiss, o Relascópio de espelhos de Bitterlich é aplicável para *distâncias fixas* do ponto de observação à árvore. Possuindo por isso, várias escalas de *medição de alturas* para diferentes distâncias: 20, 25 e 30 m. Com vista a posterior medição da altura da árvore à que realizar a medição da distância horizontal à árvore e estabelecer o ponto de observação a distância referida para a escala pretendida.

O Relascópio está construído para medir *distâncias horizontais* de 15, 20, 25 e 30 m. Para esse efeito, o relascópio tem uma mira de 2 m, com as extremidades e o centro assinalados, que deve ser colocada verticalmente no tronco da árvore que pretendemos medir.

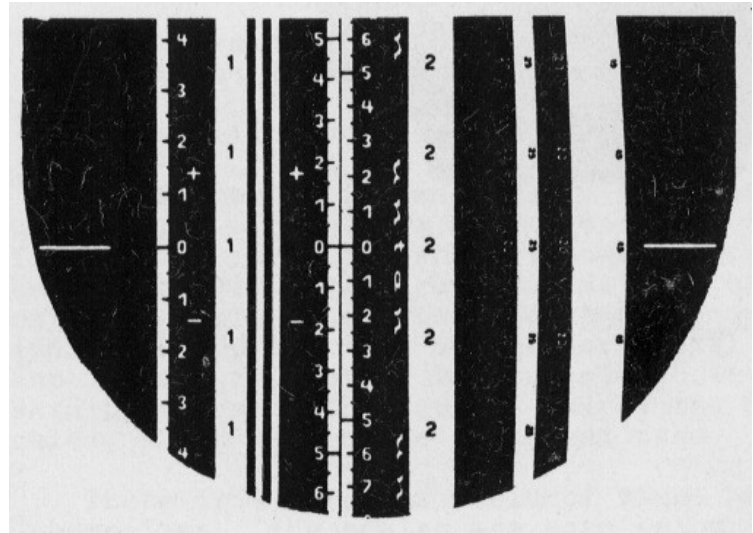
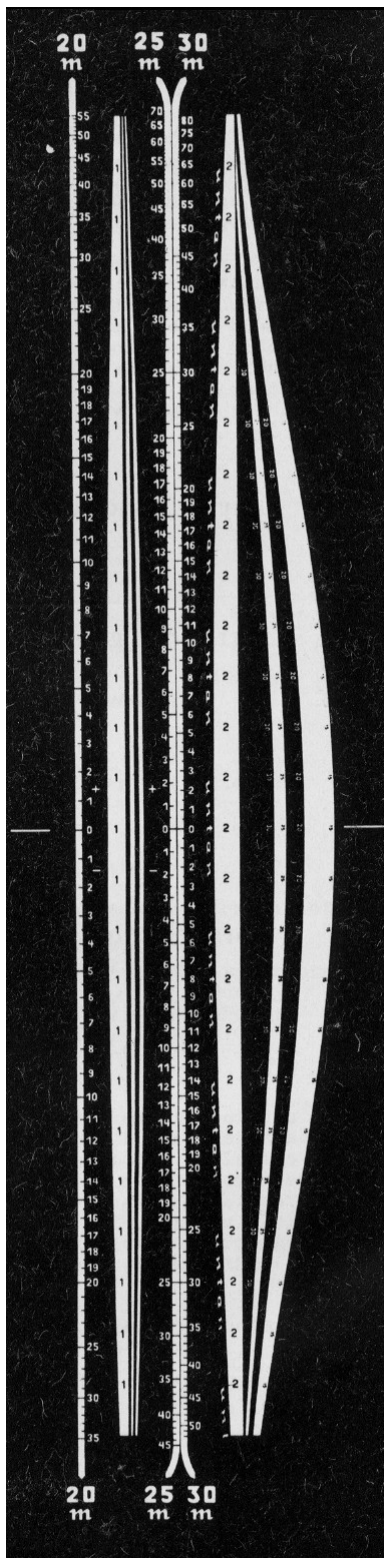


FIGURA 5.10. Escalas dos 20 m, 25 m e 30 m e linha de pontaria

- *Medição de distâncias - localização do ponto de observação*

Se pretendessemos realizar ponto de observação a 20m de certa árvore, o procedimento seria o seguinte:

- ❑ colocada a mira na árvore a medir, estaciona-se num ponto de boa visibilidade e que nos pareça distar da árvore cerca dos tais 20 m;
- ❑ com o aparelho na posição normal, vertical, efectua-se uma mirada por forma a que a linha de pontaria se sobreponha ao centro da mira; comprime-se o botão, i.e, *solta-se o pêndulo e espera-se que termine a oscilação*; seguidamente, liberta-se o botão, resultando como consequência, a fixação das bandas em relação à linha de pontaria;
- ❑ depois, dá-se ao aparelho uma *rotação de 90°*, no sentido directo e ajusta-se à parte inferior da banda 2, assinalada repetidas vezes com a palavra *UNTEN*, com a parte inferior da mira. Feito isto, o operador aproxima-se ou afasta-se da árvore até que todo o comprimento da mira se contenha - observações sempre feitas sobre a linha de pontaria - entre a base da banda 2 e a margem inferior da banda branca superior, assinalada com o número 20. A distância horizontal a árvore, é então, de 20 m.

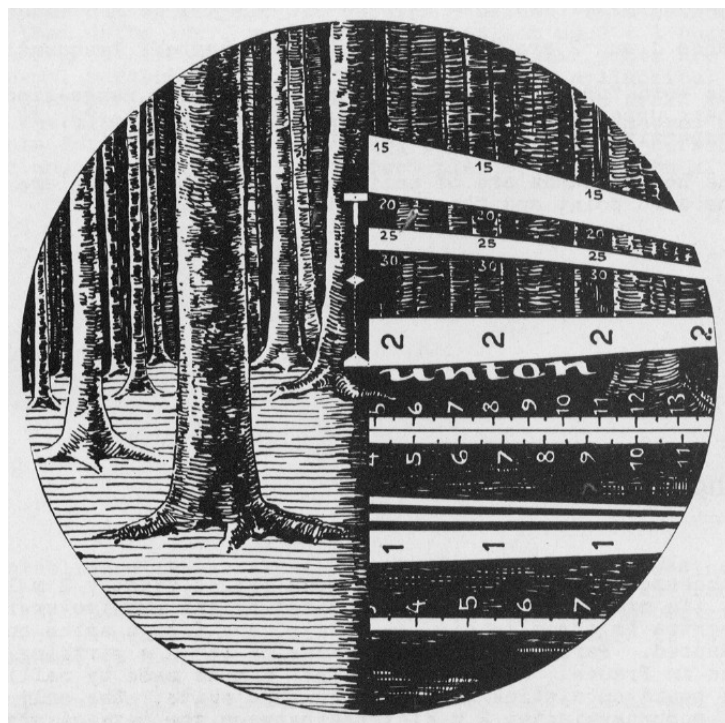


FIGURA 5.11. Localização do ponto de observação - medição de distâncias (15, 20, 25 e 30 m)

Como se observou atrás, o perfil das bandas não se mantém constante ao longo de todo o respectivo comprimento. O maior afastamento, verifica-se para o plano de pontaria horizontal. Para pontarias inclinadas os perfis das bandas, convenientemente calculados, *introduzem automaticamente a correcção* imposta pelo aumento da distância à árvore como consequência do declive.

- *Medição de alturas*

O Relascópio tem *três escalas* destinadas à *medição das alturas*. A primeira, a contar da esquerda, assinalada nos extremos com o número 20, é utilizada quando o ponto de observação se situa à distância horizontal de 20m. Situadas ao centro, temos as escalas para os 25 e 30 m. Entretanto o aparelho permite, como se viu, medir a distância horizontal a 15 m; esta possibilidade é também aproveitada para a medição das alturas, já que nestas circunstâncias se toma metade da leitura efectuada na escala dos 30 m. Aproximações deste tipo podem também ser realizadas com as outras escalas.

Após realizado o ponto de observação à distância pretendida, irá realizar-se às miradas para o topo (L_{topo}) e para a base da árvore (L_{base}) em questão, caso se pretenda estimar a altura total. Para tal, pressiona-se o botão que solta o pêndulo onde se inserem as escalas, realizando-se as miradas e lendo os respectivos valores na escala das alturas eleita para o efeito. O cálculo da altura é realizado nos moldes expostos para o caso do Blume-Leiss. A estimativa de alturas parciais pode ser obtida realizando uma mirada superior (L_{sup}) e outra inferior (L_{inf}) entre os níveis na árvore que definem a altura pretendida.

- *Medição de diâmetros*

O Relascópio apresenta do seu lado esquerdo, a seguir à escala da medição das alturas a 20 m, uma sequência de *bandas pretas e brancas*: uma banda larga branca referenciada com o número 1, e em seguida 4 bandas estreitas alternadamente pretas e brancas.



FIGURA 5.12. Bandas para medição de diâmetros

A largura da banda larga branca (banda 1) é equivalente à largura da sequência das 4 bandas estreitas. Fazendo sobrepor a combinação de bandas que se ajustam à largura do *diâmetro* do tronco que se pretende medir, é possível estimar qualquer diâmetro a qualquer altura do tronco. Para isso, primeiro há que se referenciar o nível do tronco onde se procederá à medição. Tal poderá ser realizado, quando possível, com uma vara ou através do próprio relascópio. Admitamos que pretendíamos medir o *DAP* de uma árvore. Primeiro, o operador iria localizar-se a um ponto de observação a uma das distâncias permitidas (15, 20, 25 ou 30 m) segundo o procedimento atrás descrito. Após referenciado o nível dos 1.30 m, com o pêndulo do aparelho livre, vai sobrepor a banda 1 e as diferentes combinações das bandas estreitas, entre si e com a banda 1, até conseguir o ajustamento com o diâmetro, em questão, a medir. Como se compreende, o problema resume-se, agora, a verificar qual a banda (ou fracções de banda) cuja largura iguala aparentemente o diâmetro que se pretende medir. O quadro seguinte fornece a equivalência das bandas medidas para diâmetros (em cm), em função dos pontos de estação permitidos pelo aparelho.

TABELA 5.1. Tabela de conversão das bandas em diâmetros para as possíveis distâncias do ponto de observação

Distância horizontal (m)	Diâmetro (cm) a que se sobrepõe exactamente a banda ou conjuntos de bandas							
	1e	2e	3e	1L	1L+1e	1L+2e	1L+3e	1L+4e
15	7.5	15.0	22.5	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0
20	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0
25	12.5	25.0	37.5	50.0	62.5	75.0	87.5	100.0
30	15.0	30.0	45.0	60.0	75.0	90.0	105.0	120.0

- *Medição de diâmetros e alturas conjugadas*

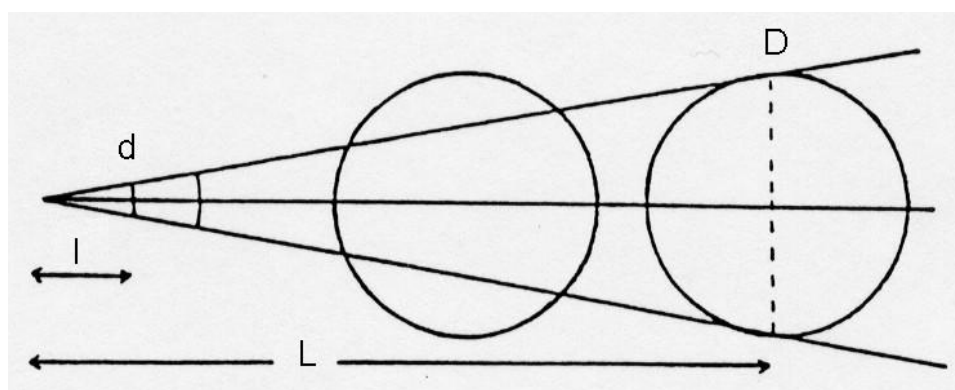
No caso de se pretender obter *diâmetros a níveis superiores do tronco*, haverá primeiro que referenciar a altura onde se pretende proceder a medição. Para esse efeito, o próprio Relascópio proporciona um meio para a sua concretização. Esta é talvez uma das facetas mais interessantes do aparelho: *facultar a medição conjugada de diâmetros e alturas*. Na escala da altura procura-se a altura desejada, ou melhor, o valor da mirada desejada referente à altura pretendida, e admitindo uma linha de pontaria a passar por ela, mede-se pelo processo indicado, as respectivas bandas que preenchem o diâmetro do tronco. Recorrendo à tabela 5.1 converte-se aquele valor no respectivo diâmetro em cm. A colocação da banda 1 e das 4 bandas estreitas contíguas entre as escalas das alturas - a de 20 m à esquerda e as de 25 m e 30 m à direita - servem exactamente esse propósito.

Esta particularidade do aparelho tem importantes repercussões, pois vai permitir recolher dados ao longo do tronco para a cubagem da árvore sem necessidade de se proceder ao seu abate.

Também aqui neste caso, convém mais uma vez afirmar que o aparelho apresenta o perfil das bandas por forma a compensar o aumento da distância das árvores ao ponto de observação, em relação ao declive. Deste modo, uma vez livre o pêndulo, torna-se indiferente efectuar miradas horizontais ou inclinadas.

- *Estimativa da área basal por hectare*

Este aparelho permite a realização do método da " *prova de numeração angular horizontal* " para a avaliação da *área basal por hectare*. Para tal, o operador encontrando-se num ponto estação, dispondo do Relascópio, vai proceder a um giro horizontal apontando para às árvores circundantes por forma a que o plano de pontaria intersecte, de cada vez o tronco ao nível do *DAP*. Cada banda ou conjuntos de bandas permite uma hipótese de trabalho às quais correspondem, respectivamente, uma abertura angular constante. As árvores cujos *DAP* aparecem superiores à *abertura angular escolhida* são contadas. As que se encontram em *situação de fronteira*, ou seja, *coincidem com a abertura angular*, contam como 1/2.



Legenda: L - distância do ponto de estação à árvore;
l - distância instrumental;
D - DAP;
d - mira referencial do instrumento de largura d.

FIGURA 5.13. Abertura angular

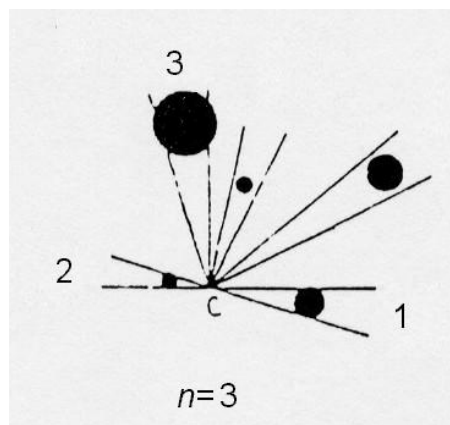


FIGURA 5.14. Prova de numeração angular horizontal (Marques, 1981)

Sendo a *área basal por hectare* para aquele ponto de estação, calculado por:

$$G = K \times n$$

onde, n - número de árvores contadas através do relascópio;

K - factor de área basal.

O factor de área basal a utilizar na fórmula é calculado em função da abertura angular usada. Deste modo, o relascópio permite trabalhar com vários factores de área basal. De facto, também aqui neste caso, vamos fazer uso da banda 1 e das diferentes combinações das bandas estreitas, entre si com a banda 1, assim como da banda 2 para estimar a área basal por hectare. Perante todas as possibilidades fornecidas pela conjugação de bandas, podemos obter 9 modalidades de trabalho, correspondendo a cada qual um certo valor do factor de área basal:

TABELA 5.2. Factores de conversão de área basal

Bandas ou bandas utilizadas	K
1 banda estreita	1/16
2 bandas estreitas	1/4
3 bandas estreitas	9/16
Banda 1	1
Banda 1 com 1 estreita	1+9/16
Banda 2	2
Banda 1 com 2 estreitas	2+1/4
Banda 1 com 3 estreitas	3+1/16
Banda 1 com 4 estreitas	4

Na prática, iremos escolher a banda ou combinação de bandas a usar, e realizar o giro contando apenas as árvores cujos *DAP* a largura da(s) banda(s) o iguala ou excede. A banda 1, o conjunto da banda 1 com as quatro estreitas e a banda 2, facultam operações particularmente cómodas. Claro está, que não é indiferente utilizar esta ou aquela banda, tudo depende do povoamento, i.é, das características do povoamento na vizinhança do ponto de estação, no que se refere aos diâmetros das árvores e à densidade dos troncos. Assim, se se recorrer a uma banda larga de mais para a densidade do povoamento e diâmetros das árvores, a contagem incluirá poucas árvores, podendo os valores obtidos não ser representativos. Caso contrário, se se optar por uma banda muito estreita, o número de árvores contadas será demasiadamente elevado podendo ocasionar enganos na contagem, além de aumentar muito a probabilidade de se encontrarem árvores pouco visíveis, troncos tapados por outros ou por arbustos e ainda árvores duvidosas. No sentido de obviar este tipo de erros, deverá escolher-se uma banda que nos proporcione uma contagem de árvores situada entre os 20 e os 30.

Como é evidente, para estimar a área basal por hectare num povoamento, irá estabelecer-se vários pontos de estação em conformidade com a extensão ocupada por aquele, de modo a obter-se resultados de confiança. Bitterlich aconselha as seguintes intensidades de amostragem, segundo a área do povoamento:

TABELA 5.3. Factor de cálculo do número de estações

Área do povoamento (ha)	Factor para o cálculo do numero de estações
<4	4.0
4-8	3.8
8-16	3.5
16-32	3.1
32-64	2.6
>64	2.0

A área basal por hectare do povoamento será obtida pela ponderação dos valores achados nos vários pontos de amostra:

$$G = \frac{K}{n} \times \sum_{i=1}^n Z_i$$

onde, K - factor de área basal utilizado;

n - número de pontos de amostra estabelecidos no campo;

Z_i - número de árvores contadas em cada ponto de amostra.

É também possível a determinação da área basal por hectare a níveis superiores do tronco. A aplicação do método de Bitterlich para a estimativa da área basal por hectare, é extremamente expedito e de fácil aplicação, sendo no entanto conveniente, pelo menos enquanto se não adquira prática, trabalhar com um auxiliar que vá referenciando em cada tronco a altura de 1.30 m. Quando num povoamento apenas se pretenda avaliar a área basal por hectare, a cadência do trabalho sofre sem dúvida com tal auxílio. No caso de se estar a proceder à análise de mais variáveis o auxílio de um ajudante torna-se indispensável.

- *Medição da altura formal - método de Pressler-Bitterlich*

A construção do relascópio de espelho de Bitterlich, dada a sua flexibilidade de uso veio permitir tornar exequível e expedito o *método de cubagem de Pressler com a árvore em pé*, que recorre à determinação da altura directriz (altura da árvore verificada onde o diâmetro do tronco iguala o valor de $DAP/2$). Para a implementação do método, Bitterlich propõe a determinação de uma altura formal (hf), obtida pelo produto da altura total da árvore pelo seu coeficiente de forma ($h \times cf$), determinada em função da altura directriz de Pressler.

Bitterlich refere três modalidades de trabalho para a determinação da *altura formal* (hf), operando com o Relascópio de espelho de Bitterlich. Colocando-se o observador em estação num ponto tal que, solto o pêndulo:

- *a banda 1 e as 4 estreitas contíguas se sobreponham exactamente ao DAP da árvore em questão. Vai-se elevando a pontaria tronco acima, até alcançar a perfeita coincidência aparente entre a largura da banda 1 e o diâmetro do tronco (ponto director, i.e. $DAP/2$).*
- *a banda 1 e as 2 estreitas contíguas se sobreponham exactamente ao DAP da árvore em questão. Vai-se elevando a pontaria tronco acima, até alcançar a perfeita coincidência aparente entre a largura de 3 bandas estreitas contíguas e o diâmetro do tronco (ponto director, i.e. $DAP/2$).*
- *a banda 1 se sobreponha exactamente ao DAP da árvore em questão. Vai-se elevando a pontaria tronco acima, até alcançar a perfeita coincidência aparente entre a largura de 2 bandas estreitas contíguas e o diâmetro do tronco (ponto director, i.e. $DAP/2$).*

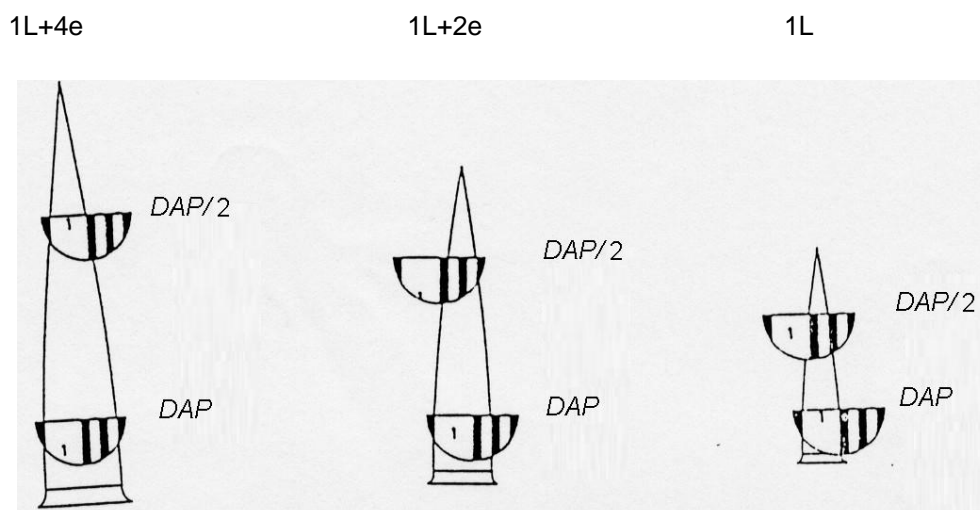


FIGURA 5.15. Três modalidades de trabalho (Loetsch *et al.*, 1973)

A localização do ponto de observação para a realização das miradas, é efectuada segundo a alternativa mais conveniente das três modalidades referidas. Após o qual o operador terá de realizar duas miradas básicas:

- uma para o ponto director ($L_{DAP/2}$);
- outra para a base da árvore referente ao ponto $m/2$ ($L_{m/2}$), mesmo que este se apresente abaixo do nível do solo. Porém, esta última alternativa requer bastante prática. Ou realizando uma mirada alternativa para o DAP (L_{DAP}), a qual será depois convertida para a mirada $L_{m/2}$.

Os valores destas miradas são lidos na *escala dos 25 m*. O princípio em que se apoia o método de Bitterlich, baseia-se na medição de uma altura formal da árvore, não em unidades métricas normais mas sim, em unidades de DAP da árvore em questão. Esta altura formal encontra-se relacionada com a altura directriz de Pressler do seguinte modo:

$$\square \text{ modalidade 1L+4e} \quad hf = \frac{2}{3} \times (LDAP/2 - L_{m/2}) \times d$$

$$\text{onde, } L_{m/2} = LDAP - \frac{3 \times m}{2 \times d}$$

$$\square \text{ modalidade 1L+2e} \quad hf = \frac{8}{9} \times (LDAP/2 - L_{m/2}) \times d$$

$$\text{onde, } L_{m/2} = LDAP - \frac{9 \times m}{8 \times d}$$

$$\square \text{ modalidade 1L} \quad hf = \frac{3}{4} \times (LDAP/2 - L_{m/2}) \times d$$

$$\text{onde, } L_{m/2} = LDAP - \frac{4 \times m}{3 \times d}$$

onde, hf - altura formal da árvore (m), cujo significado é o produto da altura total da árvore pelo seu coeficiente de forma ordinário.

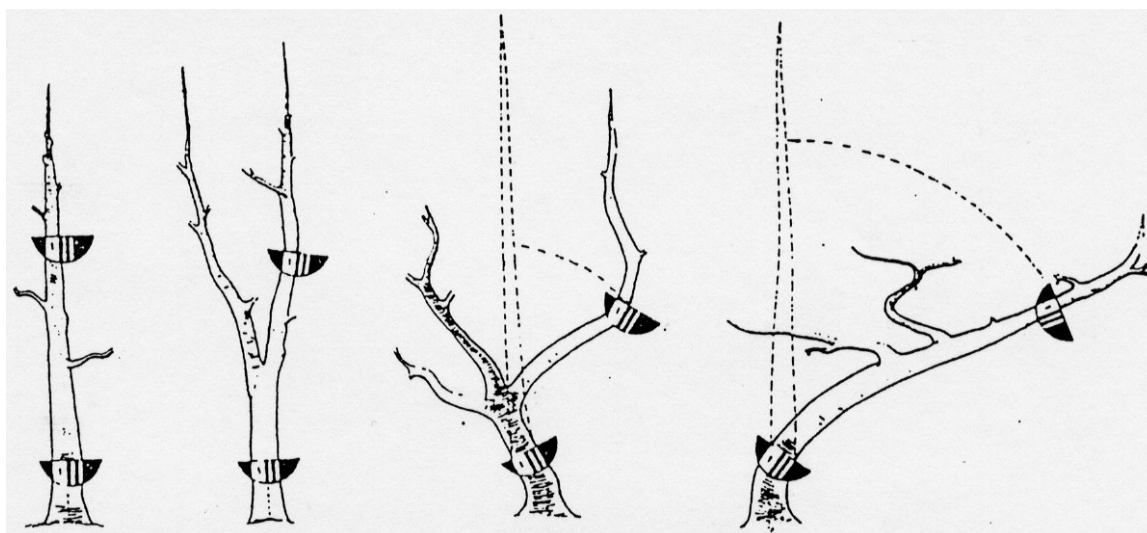
A utilidade deste método é evidente. Através de simples operações torna-se viável conhecer directamente o volume da árvore, a sua altura formal e o coeficiente de forma ordinário.

$$v = g \times h \times cf = g \times hf = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times hf$$

Segundo Bitterlich, a medição da altura formal relativa não é só apropriada para troncos regulares mas também irregulares em povoamentos abertos ou em estações marginais. No entanto, estas árvores requerem estimativas oculares suplementares (e.g. para a determinar a porção de ramos mercantis). Apesar de tudo este método parece superior em precisão em relação à determinação do volume através de equações de volume derivadas de povoamentos normais.

Uma desvantagem deste método é que a determinação do ponto director possa estar encoberto pela copa. Dado esta razão, Pollanschutz prefere medições a $d(0.3h)$. Segundo Bitterlich, uma maneira de resolver este problema será o de mudar de ponto de

observação. Quando esta é impossível a sua localização deve ser estimada o melhor possível. Um erro na estimativa do ponto director afecta a determinação da altura directriz,



provocando um erro que no entanto, será reduzido ao ser multiplicado pelos factores 2/3 ou 8/9 ou 4/3. A precisão da determinação da altura formal relativa através do Relascópio foi estimada em -4.6% em relação à altura formal absoluta. Em investigações mais importantes os erros subjectivos devem ser determinados preliminarmente, sendo o uso do tripé aconselhado ou então o recurso a aparelhos mais precisos, como o Telerelascópio.

FIGURA 5.16. Medição de troncos irregulares

Em conjugação com a amostragem por pontos de estação, preconizada por Bitterlich torna-se possível de um modo bastante expedito estimar o volume dos povoamentos:

$$V (\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}) = G (\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}) \times \overline{hf} (\text{m}).$$

Assim, bastará determinar a altura formal média do povoamento segundo o método de Pressler-Bitterlich e estimar a área basal por hectare do povoamento. Estes são dois procedimentos que o relascópio de espelhos de Bitterlich proporciona de um modo bastante expedito. A obtenção da altura formal do povoamento através do Relascópio deverá ser feita através da implantação de *pontos de amostra* seleccionando *casualmente* para o efeito algumas árvores nas quais será estimada a altura formal. A altura formal do povoamento será obtida ponderando os valores obtidos nos pontos de amostra.

- *Determinação da altura média do povoamento*

O *Método de HIRATA*, para a determinação da *altura média do povoamento*, pretende à semelhança do procedimento da prova da numeração angular para a determinação da área basal por hectare, obter uma estimativa expedita da *altura média* do povoamento. Hirata propõe um método de *amostragem pontual*, onde se realizarão pontarias verticais, para a prova de numeração vertical. O método consiste na contagem das árvores cujas alturas são vistas do ponto de estação segundo ângulos superiores a determinado ângulo limite de pontaria vertical. A altura média do povoamento será obtida segundo:

$$\bar{h} = 100 \times \tan \beta \sqrt{\frac{z}{N \times \pi}}$$

Recorrendo a um ângulo limite de 60°34'

$$\tan \beta = \sqrt{\pi}$$

obtêm-se

$$\bar{h} = 100 \times \sqrt{\frac{2 \times z}{N}}$$

onde, z - número de árvores contadas na prova de numeração angular vertical;
 N - número de árvores por hectare.

O operador situado no centro de um ponto de amostra, ao realizar um giro de 360°, com o aparelho naquela abertura angular (constante) define um cone. Todas as árvores no interior daquele serão contadas. A determinação da altura de Hirata deve ser efectuada através da *escala dos 25m*. O operador deverá realizar para cada árvore duas visadas básicas: uma em direcção à base da árvore (altura de corte) e outra para o topo. Ou seja, determina a altura aparente da árvore. Se o valor obtido para aquela altura for maior que a tangente daquele ângulo, neste caso igual a 1.772, então a árvore em questão será contada na prova de numeração vertical. Para a concretização deste método é necessário o conhecimento do número de árvores por hectare do povoamento em questão.

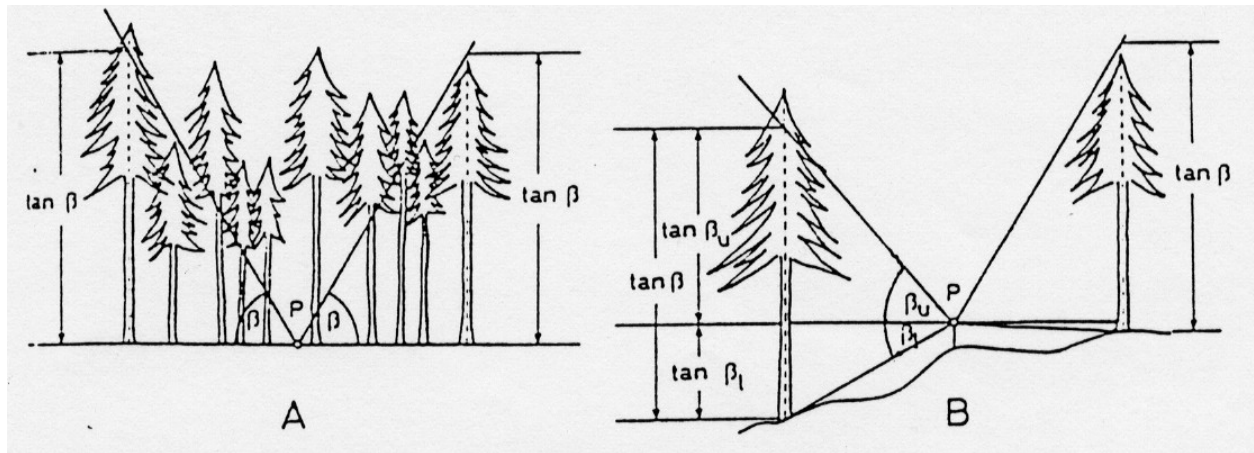


FIGURA 5.17. Prova de numeração vertical (Loestch *et al.*, 1973)

- *Estimativa do número de árvores por hectare*

A estimativa do número de árvores por hectare (N) é baseado na recolha de dados numa dada proporção de pontos de amostra. As medições necessárias, são os DAP de cada árvore contada na prova de numeração angular horizontal. Segundo o princípio da prova de numeração angular, resulta que cada árvore contada representa uma quantidade de metros quadrados por hectare. Assim, se for enumerada apenas uma árvore de área seccional (g), a área basal será dada pela relação $1 \times K = G$ ($m^2 \cdot ha^{-1}$), em que o factor de área basal K correspondente à banda utilizada, representa a própria área basal em $m^2 \cdot ha^{-1}$. Baseado neste princípio obtém-se a seguinte expressão:

$$n_i = \frac{K}{g_i}$$

onde, g_i - área seccional da árvore i .

Enumerando-se N árvores numa prova de numeração angular, podemos generalizar a expressão anterior, resultando que:

$$N = K \times \left(\frac{1}{g_1} + \dots + \frac{1}{g_n} \right)$$

Um método alternativo, é usar uma parcela circular onde as 20 a 30 árvores mais próximas ao ponto de observação, quer tenham sido contadas na prova de numeração angular ou não, são medidos os seus diâmetros. Dividindo a área seccional total das árvores amostradas, estima-se a área seccional média por árvore. O relascópio na prova

de numeração angular fornece-nos a estimativa da área basal por hectare. A partir destes dois dados, é possível obter informação para estimar o número de árvores por hectare. Por exemplo, se $G = 23.6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, obtido pelo Relascópio na prova de numeração angular e a amostragem de 120 árvores, cuja área seccional total é de 8.93 m^2 . Então, a área seccional por árvore é igual a $8.93 / 120 = 0.0744 \text{ m}^2$. O número de árvores por hectare é igual a $23.6 / 0.0744 = 317$.

Os cálculos podem ser também realizados por classes de *DAP*, segregando as árvores contadas na prova de numeração angular. Assim para o ponto de amostra *i* e p.e. para a classe de *DAP* de 5 cm o respectivo número de árvores por ha será:

$$N_5 = K \times \frac{n_5}{g_5}$$

onde, n_5 - número de árvores da classe de 5cm contadas na prova de numeração angular;

g_5 - área seccional correspondente ao diâmetro central da classe.

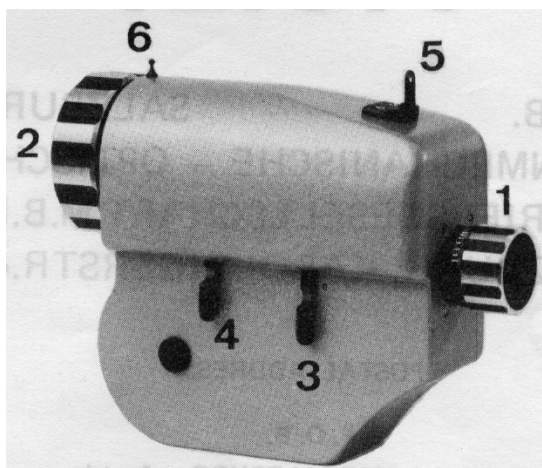
Após estimado o número de árvores por hectare global ou por classes de *DAP* para cada ponto de amostra, haverá que ponderá-los para o povoamento, ié realizar a média das estimativas obtidas nos pontos de amostra estabelecidos no povoamento.

- *Medição de declives*

A determinação do *declive do terreno* é uma operação que se efectua com certa frequência. Como o aparelho mede *distâncias horizontais e alturas* é possível determinar os declives. Assim o operador realiza o ponto de observação a uma das distâncias permitidas, p.e. 20m, e fará uma pontaria para o ponto central da mira, colocada a uma altura igual ao nível dos olhos do operador. Se, em valor absoluto o valor da mirada lido na escala das alturas correspondentes for, p.e. de 2 m, isto quer dizer que o declive é de 2 m por 20 m, ou seja de 10%.

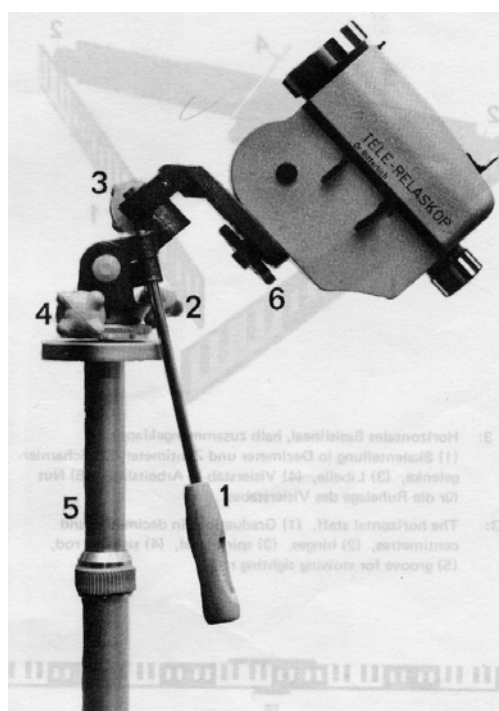
5.3.2. Telerelascópio

O *Telerelascópio* consiste num pequeno aparelho, montado num tripé com coluna ascendente, proporcionando movimentos basculantes ao aparelho. Associado apresenta também, uma régua graduada própria do instrumento, que é montada sobre um leve tripé.



- Legenda: 1 - ocular;
2 - objectiva;
3 - travão do pêndulo (do nível);
4 - controle da iluminação da escala;
5 e 6 - miras.

FIGURA 5.18. Telerelascópio



- Legenda: 1 - manete para pequenos ajustamentos da mirada;
2 - manete para movimentos oscilatórios para a frente e para trás;
3 - manete para movimentos laterais;
4 - manete para movimentos relativos;
5 - tripé;
6 - parafuso de montagem do aparelho no tripé.

FIGURA 5.19. Tripé

A régua horizontal da mira que acompanha o aparelho, possui 1.20 m de comprimento, é graduada em centímetros, e apresenta uma sucessão de faixas pretas e brancas que permitem, facilmente, a leitura em decímetros. Ela é provida de um nível de bolha. Possui ainda, um pequeno bastão com movimentos ortogonais para facilitar o alinhamento das visadas. A régua é montada sobre um leve tripé com coluna ascendente e pode ser dobrada em três partes, a fim de facilitar o transporte. O bastão acomoda-se em uma ranhura apropriada.

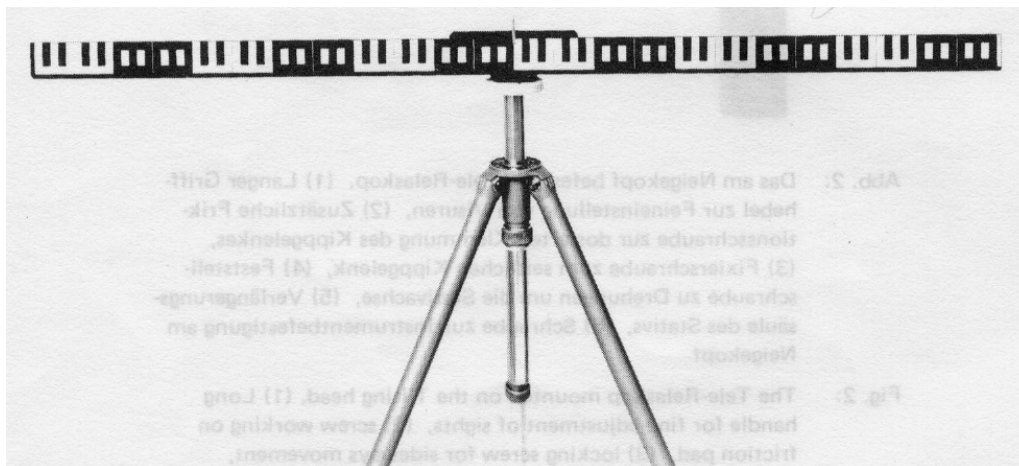
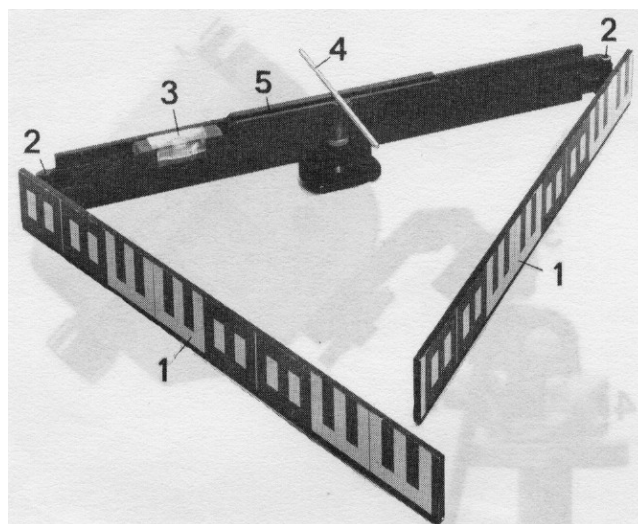


FIGURA 5.20. Mira e tripé



- Legenda:
- 1 - graduações em decímetros e centímetros
 - 2 - dobradiças
 - 3 - nível de bolha de ar
 - 4 - bastão, para facilitar a mirada
 - 5 - ranhura para guardar o bastão

FIGURA 5.21. Mira

A focagem dos objectos à distância, através do telerelascópio, é feita girando o aro da objectiva, acomodando-se as imagens individualmente através da ocular. O instrumento possui do lado esquerdo, exteriormente colocado no corpo do aparelho, duas alavancas. A primeira, situada mais próxima a objectiva, é utilizada para regular a intensidade da luz sobre as escalas. A segunda, mais próxima da ocular, é usada para travar e libertar o movimento do tambor que contém as escalas. Existem também, duas miras na parte superior que servem para alinhar o aparelho em relação à árvore seleccionada.

A cabeça basculante, onde o Telerelascópio é fixado, permite a execução de movimentos em três planos: horizontal, para a esquerda e direita; vertical, para a frente e para trás; e de rotação. O movimento mais comum, é o de inclinação do aparelho para trás, nesse sentido aquele está munido de dois parafusos apropriados: um adaptado a uma manivela usada para ajustar ou refinar as visadas durante as medições e o outro usado para apertar as articulações e afrouxar o movimento da referida manivela, de tal modo que facilite o seu manuseio e não permita a queda do instrumento ou a sua fuga do domínio do operador.

A base da cabeça basculante possui um círculo graduado em graus que, ocasionalmente, poderá ser usada, sendo porém desnecessário para as medições dendrométricas comuns.

O aparelho possui um peso semelhante ao Relascópio de espelho de Bitterlich. O instrumento apresenta um telescópio com capacidade de aumento de 8x. Olhando-se através da ocular, observa-se a escala no campo inferior da visada e na parte superior os objectos.

As escalas estão também gravadas sobre um tambor em forma de aro, cuja projecção pode ser vista, na figura que se segue. As escalas aparecem, no campo de visão, como um semi-círculo, cuja linha horizontal divisória corresponde à "*margem da leitura*". É essencial, portanto, que todas as leituras sejam realizadas ao longo desta margem. A divisão mais importante da escala aparece indicada dentro de parênteses, na parte superior. A largura total da escala para as medições de diâmetro corresponde a 4 "unidades taqueométricas". As três unidades taqueométricas colocadas mais à esquerda são constituídas por faixas brancas e pretas alternadas. Evidentemente, as faixas brancas e pretas não possuem a mesma largura. A unidade taqueométrica a direita está dividida em décimos; e composta por 6 faixas brancas estreitas e 4 pretas, divididas em igual número por uma fina linha preta. A largura das 4 unidades taqueométricas, ou seja das bandas largas e igual, sendo a da direita constituída por 10 bandas estreitas, como atrás se expôs. Estas escalas estreitam no sentido das suas extremidades, tanto no seu conjunto como individualmente a fim de permitir a correcção automática das inclinações.

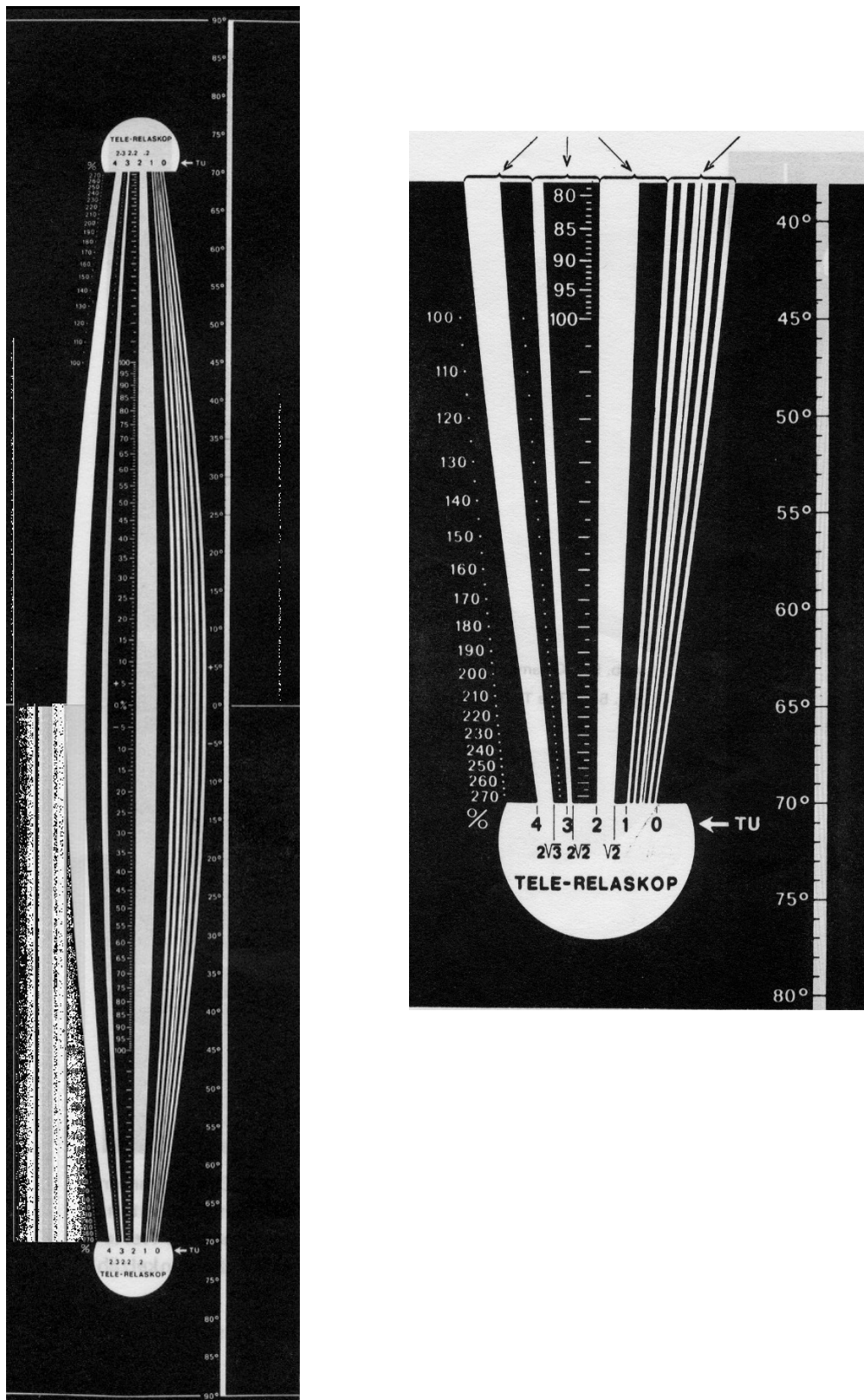


FIGURA 5.22. Escalas do aparelho

Na parte central das escalas para diâmetros aparece uma escala em percentagem. Deste modo, a altura do objecto, visado acima ou abaixo do horizonte do observador, é dada em termos de percentagens da distância do instrumento à árvore (tangente do ângulo de inclinação da mirada expressa em percentagem). A menor unidade de medição que aparece gravada na escala é 1%, e o máximo é igual a 100%, cuja numeração é feita a cada valor inteiro de 5% e 10%. Acima de 100%, assinala-se as divisões correspondentes a 5% e 10%, mas apenas se numera a cada valor inteiro de 10%. Os primeiros 5% estão assinalados por sinais positivo e negativo, conforme a leitura seja feita acima ou abaixo da posição de nível do aparelho. Estas escalas são regularmente usadas para as medições de diâmetros e alturas das árvores. Adicionalmente, o Telerelascópio, possui uma escala situada do lado direito do campo visual, que funciona como clinómetro.

O Telerelascópio do mesmo modo que Relascópio de espelho de Bitterlich, proporciona:

- a *medição de diâmetros* a qualquer nível do tronco, funcionando desta maneira como *dendrómetro*;
- a *medição de alturas totais e parciais* do tronco, funcionando como *hipsómetro*;
- a *medição de diâmetros e alturas conjugadas* a qualquer nível do tronco;
- a realização da "*prova de numeração angular*".

É essencial escolher um ponto de observação em que se possa visar com nitidez, simultaneamente, o ápice e a base do tronco. Deve-se salientar, que o conhecimento exacto da distância não é importante. Grosseiramente, admite-se para o ponto de observação uma distância igual ou maior à altura da árvore, onde se montará o Telerelascópio no tripé. Igualmente, a régua padrão horizontal é montada no seu tripé, junto à árvore a medir, procurando-se situá-la numa posição correspondente ao eixo do tronco. Neste caso, utiliza-se o bastão da mira para facilitar o alinhamento. A régua deve estar aproximadamente nivelada, usando-se para tal o nível de bolha. É conveniente colocar a régua a uma altura equivalente ao *DAP*.

Antes de proceder às medições e após estabelecidos os preparativos anteriores, ajusta-se a ocular do aparelho, focando o objecto a medir de modo a que este fique perfeitamente visível. Após tal, este ajustamento permanecerá constante para cada observador, havendo apenas que controlar a objectiva adaptando-a a toda a visada, de tal modo que o objecto fique nítido.

No momento de qualquer leitura, a alavanca fixadora deve ser pressionada, a fim de soltar as escalas. A primeira visada é feita sobre a régua graduada, a fim de determinar o

valor correspondente a uma *unidade taqueométrica*. A determinação de 1UT é feita ponderando o valor obtido para o conjunto de unidades taqueométricas na escala do aparelho. Assim, p.e. para distâncias até 30m as leituras devem ser feitas com o objectivo de se obter o valor correspondente a 4 unidades taqueométricas, cujo resultado deverá ser dividido por 4. Para distâncias maiores, utiliza-se um menor número de unidades e consequentemente um menor divisor. Esta leitura inicial constitui o ponto primordial para todos os cálculos subsequentes de conversão dos valores de "unidades relativas" para "unidades absolutas".

- *Medição de diâmetros, de alturas e de diâmetros e alturas conjugadas*

O ajustamento das bandas para a medição dos diâmetros deve ser de tal modo, que o procedimento do tronco abarcará uma ou mais bandas largas mais algumas das 10 bandas estreitas, que se encontram do lado direito do campo de visão, tornando assim possível obter uma leitura das bandas com uma aproximação até às décimas e eventualmente às centésimas.

A conversão dos diâmetros é realizada do seguinte modo:

$$d_i = \text{banda}_i \times UT$$

onde, d_i - diâmetro medido ao nível i do tronco (cm);

banda_i - número de bandas lidas ao nível i que preenchem a largura do tronco.

As alturas, estimam-se da seguinte maneira:

$$h = \frac{(L_s - L_i)}{100} \times UT = \frac{(L_s - LDAP)}{100} \times UT + 1.30$$

onde, h - altura parcial ou total (m);

L_s - leitura superior;

L_i - leitura inferior, ao nível da base;

$LDAP$ - leitura ao nível do DAP .

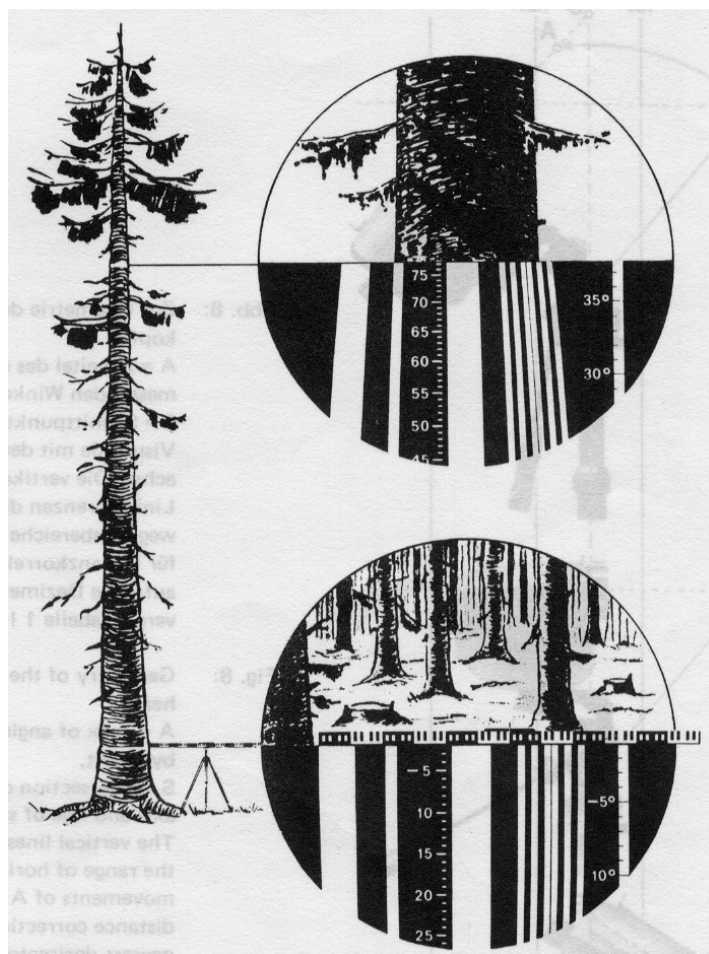


FIGURA 5.23. Medição de diâmetros e alturas

Da figura, ao nível do *DAP* obteve-se $UT=84$ cm, logo $1UT=84/4=21$; a um nível superior do tronco obteve-se para leitura do diâmetro $d_f=2.74 \times UT$ e a correspondente leitura do nível de altura $L_f=+79\%$.

O mesmo tipo de raciocínio aplica-se à determinação de comprimento de toros do tronco.

Também aqui, como em qualquer outro hipsómetro, há que ter a devida atenção com os valores relativos das miradas realizadas.

Para se proceder a medições conjugadas de diâmetros e alturas, a um determinado nível do tronco, haverá primeiro que identificar o nível onde se pretende realizar a mirada. Após obtido o valor da mirada, basta identificar aquele nível com o Telerelascópio e proceder a medição das bandas que preenchem o diâmetro nesse nível.

O procedimento contrário também pode ocorrer, p.e. determinar o nível a que ocorre um determinado diâmetro, como seja o $DAP/2$. Neste caso, sabendo as bandas ocorridas ao nível do *DAP*, facilmente se obtém o valor de metade daquele. Com o Telerelascópio,

localiza-se onde tal evento ocorre, fixa-se o aparelho e realiza-se a leitura desse nível (LDAP/2).

Pelo que atrás ficou referido, podemos concluir que as principais vantagens do Telerelascópio em relação Relascópio de espelhos de Bitterlich, são:

- a sua utilização, montado num tripé, e a existência de várias manetes para a movimentação e fixação do aparelho, confere-lhe um maior rigor na realização das miradas;
- não necessita de se realizar ponto de observação a uma distância fixa da árvore;
- a estimativa dos diâmetros é mais rigorosa, dada a utilização da unidade taqueométrica para a conversão das bandas. Assim como, a divisão da banda larga em 10 pequenas estreitas, comparativamente com apenas as 4 estreitas do Relascópio de espelhos de Bitterlich, confere um maior rigor as leituras.

Como se depreende, o Telerelascópio é um aparelho por excelência vocacionado para a realização de cubagem de árvores em pé e conseqüentemente dos povoamentos.

A cubagem de árvores abatidas não oferece dificuldade, bastando para tal, torar a árvore as alturas estipuladas e recolher os respectivos diâmetros dos toros com casca e/ou sem casca, com fita de diâmetros ou com suta, de acordo com a metodologia seleccionada para esse efeito, no sentido de determinar o volume de madeira com casca e sem casca.

No caso da árvore em pé, o procedimento não é assaz diferente havendo, no entanto, que recorrer a aparelhos de medição indirecta das alturas e diâmetros. Em geral, utilizam-se aparelhos que nos proporcionem a realização de medições conjugadas de diâmetros e alturas, como é o caso do Relascópio de espelhos de Bitterlich e do Telerelascópio. Como atrás foi referido, é de preferir o uso do telerelascópio para o efeito de cubagem rigorosa pela maior precisão e rigor que este aparelho nos pode oferecer comparativamente com o Relascópio de espelhos de Bitterlich.

Para a recolha dos diâmetros ao longo do tronco haverá que identificar os níveis a que se deverão realizar as leituras. Para tal, primeiro far-se-á as visadas para o topo e para a base ou outro ponto alternativo para a determinação da altura total da árvore. Depois, há que determinar o valor das miradas para os níveis do cepo (p.e., 0.15 m) e dos locais de toragem (p.e., 2.15 m, 4.15 m,) de modo a que seja possível identificá-los no tronco da árvore com a ajuda do Telerelascópio. Tal será,

$$Ls = \frac{h \times 100}{UT} + Lbase$$

Após obtido o valor das miradas, basta identificar os níveis com o Telerelascópio e proceder a medição das bandas ou conjuntos de bandas e/ou fracções de bandas que preenchem os diâmetros aos níveis em questão.

Após recolhidos os dados dos diâmetros em ficha de campo, terá que se realizar a conversão das bandas em diâmetros através da unidade taqueométrica.

Para aplicação da fórmula de cubagem de Hohenadl, após realizadas as miradas para o topo e para a base (L_{topo} e L_{base}) é possível calcular o seccionamento a efectuar:

$$a = \frac{LT - LB}{10}$$

Sendo, o valor das miradas para os vários níveis onde se irão efectuar a recolha do valor das bandas, os seguintes:

$$L_{0.9} = L_{topo} - a$$

$$L_{0.7} = L_{topo} - 3a$$

$$L_{0.5} = L_{topo} - 5a$$

$$L_{0.3} = L_{topo} - 7a$$

$$L_{0.1} = L_{topo} - 9a$$

Após a identificação destes níveis no tronco da árvore realizar-se-á a medição dos respectivos diâmetros.

As cubagens em pé, e.g. apresentam uma menor precisão do que as obtidas com a árvore abatida. O problema é ainda agravado pela dificuldade de determinação da espessura da casca, que nestes casos é realizada apenas ao nível do *DAP*, sendo por isso, conveniente recorrer a equações de regressão que descrevam a espessura da casca de uma espécie em particular para uma área limitada em função do *DAP* e da altura da árvore, no sentido de se poder avaliar o volume de madeira sem casca.

É possível realizar a *prova de numeração angular para a avaliação da área basal por hectare* com o Telerelascópio. Para isso, o aparelho possui para cada faixa branca e preta um factor apropriado para cada uma das unidades taqueométricas. Assim, a partir do

lado direito das escalas, aparecem as unidades a contar do zero, que representam os factores de área basal K , correspondentes a cada uma destas unidades taqueométricas:

TABELA 5.4. Factores de área basal

UT	4	$2\sqrt{3}$	3	$2\sqrt{2}$	2	$\sqrt{2}$	1
K	4	3	9/4	2	1	1/2	1/4

O procedimento de campo, para a realização da prova de numeração angular é idêntico ao procedimento preconizado para o Relascópio de espelho de Bitterlich.

5.4. O estere

A determinação do *volume por hectare*, implica algumas dificuldades na sua determinação, já que o processo de cubagem das árvores é moroso. No entanto, o recurso ao método de Pressler-Bitterlich para a avaliação da altura formal proporciona um meio particularmente expedito para a avaliação *volume por hectare* do povoamento em pé.

No campo, após o abate da mata é prática comum proceder ao empilhamento da madeira em pilhas rectangulares, sendo à partida possível fazer uma estimativa do volume mercantil saído em corte naquela mata. A unidade de medida adoptada para avaliar a pilha de madeira é o *estere* e define-se como sendo o *volume aparente de uma pilha cúbica com 1 metro de lado*. O volume real de madeira poderá ser calculado através de um coeficiente de conversão, o *coeficiente de empilhamento*:

$$\text{Volume} = \text{coeficiente de empilhamento} \times \text{volume aparente da pilha}$$

O coeficiente de empilhamento pode ser determinado experimentalmente para cada situação, no entanto o uso de coeficientes médios muito gerais podem originar erros consideráveis que podem ir até 10%. Por exemplo, determinando o volume aparente e o respectivo volume real de madeira existente na pilha.

A forma de proceder ao empilhamento pode variar de região para região. Os valores mais altos destes coeficientes aparecem quando se empilham lenhas muito regulares e de grandes dimensões juntamente com peças regulares e pequenas, já os valores mais baixos respeitam a pilhas formadas por elementos tortos e nodosos. A regularidade das peças e respectiva heterogeneidade condicionam fortemente os valores dos coeficientes, refira-se ainda, a influência que sobre tais valores tem o próprio arrumador- citam-se diferenças de 2

a 3%. De facto, os valores deste coeficiente varia bastante consoante as espécies, as dimensões das peças e até o modo de empilhamento. Para o pinheiro bravo, os valores situam-se em torno dos 60% a 70% (Gomes, 1957).

A mensuração das lenhas é também feita por empilhamento, enquanto que a rama é por pesagem de molhos.

5.5. A casca

Há casca de grande valor comercial, cuja mensuração é corrente, como seja o caso da cortiça e ainda o das cascas de certas espécies muito ricas em tanino. Algumas cascas, como a carrasca do pinheiro, podem ser usadas como combustível para fins industriais. É por pesagem que normalmente se efectuam as transacções da casca.

No caso da cortiça, a pesagem é efectuada após pelo menos 20 dias de enxugo a contar do termo do empilhamento (peso por m^3 de pilha). A relação entre o m^3 da pilha e o respectivo peso varia muito consoante a qualidade da cortiça e o seu teor de humidade. Daí, no tempo das chuvas a transacção ser feita por m^3 de pilha. No caso da cortiça virgem, esta não é empilhada sendo vendida em verde por pesagem. A venda da cortiça também pode ser feita por avaliação em pé, com base na produção anterior (Gomes, 1957).

A mensuração da casca, quer para estimativa do seu volume quer do seu peso, apresenta de um modo geral um carácter secundário. Contudo, sendo o volume do tronco e.g. determinado com casca, existe o interesse em estimar a percentagem de volume em que a casca ocorre na árvore, de modo a ser possível fazer a conversão para o volume sem casca, visto que o que nos interessa comercialmente é a madeira.

Muitas espécies têm uma casca relativamente macia, podendo ser facilmente penetradas com um instrumento de medida, que nos fornecerá a sua espessura.

Os instrumentos mais comuns, com essa finalidade, consistem de um tubo semi-circular estreito em aço com uma cabeça cortante na sua extremidade oposta. Neste cilindro metálico está incorporada uma placa perpendicular a este, que é móvel. À medida que a penetração do cilindro na casca se vai processando, vai empurrando esta placa, que ao subir vai marcando numa escala graduada em mm, na parte superior do tubo, a espessura da casca.



FIGURA 5.24. Medidor de espessura da casca (Loestch *et al.*, 1973)

Aconselha-se a realização de duas determinações em lados opostos da árvore, nos pontos em que a suta encostou a árvore, quando se procedeu à medição do *DAP*. A soma dessas medições fornece o valor da dupla espessura de casca ($2e$).

Podem ocorrer erros por sobrestimação se:

- a medição for efectuada durante o período de crescimento, em que se torna mais fácil a penetração do medidor na camada de madeira formada nessa Primavera;
- ocorrer um desvio do medidor da perpendicular em relação ao eixo da árvore;
- não ocorrer uma total aderência da placa do medidor ao tronco da árvore.

Podem ocorrer erros por subestimação se:

- o medidor não perfurar a casca em toda a sua profundidade;
- se proceder a uma excessiva pressão que comprimirá a casca.

A forma da cabeça cortante do medidor também afectará a profundidade de penetração.

5.6. O peso

Só muito recentemente tem sido encarado este modo de quantificar produtos florestais, como capazes de oferecer uma alternativa interessante a quantificação obtida segundo os moldes tradicionais, ou seja pelo cálculo do volume (Marques, 1981).

Para tal, tem contribuído sem dúvida, não só a valorização que esses produtos vão alcançando, como também a evolução das técnicas de avaliação e os métodos de trabalho praticados nas indústrias madeireiras. Sendo possível que essa evolução venha ter impacto na prática do inventário florestal (Marques, 1981).

A medição em peso tem as seguintes vantagens:

- ❑ em contraste com o volume, o peso é medido directamente. As irregularidades do tronco perdem a sua importância. As medições podem ser realizadas usando balanças.
- ❑ a medição do peso é rápida, simples, objectiva, além de que permite uma certa automatização.
- ❑ o peso é a medição que melhor expressa o conteúdo do material.
- ❑ o custo de transporte da madeira depende mais do peso do que do volume.
- ❑ praticando uma política que incentive os produtores a venderem a peso bruto, consegue-se que a madeira verde chegue às serrações sem perdas de qualidade.

As medições em peso tem pouca vantagem sobre as medições em volume especialmente quando se trata de mistura de madeiras de várias espécies de diferentes qualidades (diferentes pesos específicos e diâmetros entre outros aspectos) (Loetsch *et al.*, 1973).

Surgem obstáculos, quando se pretende fazer estimativas de pesos de troncos em pé, em que a avaliação neste caso, tal como para o volume tem que ser feita indirectamente, mas as vantagens são de elevada ordem e os organismos internacionais como a FAO têm vindo a aconselhar vivamente este processo (Marques, 1981).

Para convertermos o volume de madeira verde em unidades de peso seco (Vmp) (seco à estufa, à temperatura de 103°C, até atingir peso constante) deve multiplicar-se o volume da madeira verde (Vmv) pelo *peso volúmico básico* (Pvb) característico daquelas condições. O peso volúmico básico fornece um valor muito relevante, porque nos indica a "quantidade aproveitável" em termos comerciais duma árvore ainda em pé (Marques, 1981):

$$Pvb = \frac{Pms}{Vmv} .$$

PRÁTICA

- Conversão de dados em fichas de campo com leituras obtidas pelo Relascópio de Bitterlich e Blume-Leiss. Método de Pressler-Bitterlich. Cálculo da altura formal, do coeficiente de forma ordinário e volume da árvore individual. Cálculo do volume da casca. Espessura da casca. O estere na avaliação do volume mercantil.

EXERCÍCIO 1 - Considere os seguintes dados recolhidos com relascópio de espelhos de Bitterlich.

- realize o esboço no perfil da árvore das medições realizadas.
- calcule a altura formal.
- calcule o coeficiente de forma ordinário.
- calcule volume total com casca.

ARVnº	d0.15 (cm)	DAP (cm)	h (m)	Banda DAP	Lm/2	LDAP/2	Estação	LDAP	L2e
11	28.0	23.0	10.4	1L+4e	-7.0	30.0	20m	-0.4	1.35

EXERCÍCIO 2 - Calcule a altura de madeira (diâmetro = 20cm) da árvore nº 11.

EXERCÍCIO3 - Considere os seguintes dados recolhidos com o relascópio de espelhos de Bitterlich (ponto de estação a 20m).

- realize o esboço no perfil da árvore das medições realizadas.
- realize a cubagem rigorosa.

d0.30(cm)=	62.3	DAP(cm)=	60.9
Ltopo=	26.0	Lbase=	1.5
L1=	7.5	b1=	1L+1e
L2=	12.5	b2=	1L
L3=	15.0	b3=	3e
L4=	22.0	b4=	2e
L5=	23.5	b5=	1e

EXERCÍCIO 4 - Calcule a área basal por hectare, através da realização da prova de numeração angular horizontal proporcionada pelo relascópio de espelhos de Bitterlich obtiveram-se em duas repetições os seguintes valores:

<i>P.amostra nº</i>	<i>Banda</i>	<i>contagem</i>
1	1L	18.75
	3e	23.75

EXERCÍCIO 5 - Calcule o volume por hectare de um povoamento cuja área basal por hectare foi obtida através de uma rede de pontos de amostra segundo a prova de numeração angular horizontal (relascópio de espelhos de Bitterlich) e é de $20.06 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ e cuja altura formal média obtida por sub-amostragem em 25 árvores do povoamento e segundo o método de Pressler-Bitterlich é de 3.4928 m.

EXERCÍCIO 6 - Calcule o volume por cubagem rigorosa.

- realize o esboço no perfil da árvore das medições realizadas
- calcule o volume do cepo com casca.
- calcule o volume mercantil com casca.
- calcule o volume da bicada com casca.
- calcule o volume total com casca.
- calcule o coeficiente de forma ordinário.

ARV.nº	D0.15	DAP	UT	LT	LB	L3.3	b3.3	L5.3	b5.3	L7.3	b7.3	L9.3	b9.3
24	24.3	19.1	15.0	71	-8	14.0	1.1	27.3	0.9	40.6	0.6	53.9	0.5

EXERCÍCIO7 - Calcule o volume total com casca recorrendo à fórmula de Hohenadl.

- realize o esboço no perfil da árvore das medições realizadas.
- calcule o volume total com casca.
- calcule o coeficiente de forma a 10%.
- calcule o coeficiente de forma ordinário.

ARV.nº	DAP	UT	LT	LB	L0.9	b0.9	L0.7	b0.7	L0.5	b0.5	L0.3	b0.3	L0.1	b0.1
24	19.1	15.0	71	-8	63.1	0.1	47.3	0.5	31.5	1.8	15.7	2.2	0.1	2.6

EXERCÍCIO 8 - Determine a dupla de espessura da casca. Calcule o volume da casca.

	<i>hi</i>	<i>di c/c</i>	<i>di s/c</i>
DAP= 11.2 cm	0.05	13.3	9.68
h = 11.2 m	2.08	10.2	8.02
	4.11	9.2	7.42
	6.14	7.8	6.59
	8.18	5.8	5.11

EXERCÍCIO 9 - Considere uma propriedade de pinheiro bravo de 157 ha, de densidade média de 600 árvores por ha, área basal média de $43.5 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, diâmetro médio de 30.4 cm, altura média de 15.5 m e altura dominante de 17.7 m. A produção média dos toros após o abate com casca foi de 543 esterres.

a) Avalie a produção em madeira mercantil sem casca.

NB: Admita, para a espécie e região, um coeficiente de empilhamento de 60% e uma percentagem de casca média de 50.2%.

LIÇÃO Nº 10**PRÁTICA**

- **Treino de campo - Manuseamento do Relascópio de espelhos de Bitterlich. Recolha de dados segundo o método de Pressler-Bitterlich. Avaliação da área basal/ha, recorrendo à amostragem pontual, segundo a metodologia de Bitterlich.**

- Considere a fotografia aérea com a localização da unidade de amostragem atribuída à equipe de campo (vd. Lição nº7).
- Identifique o ponto de amostragem no terreno.
- Realize a prova de numeração angular horizontal.
- Seleccione 10 árvores contadas na prova anterior e identifique-as pelas suas coordenadas polares.
- Meça as suas alturas totais e os seus DAP's.
- Aplique a essas árvores o método da altura formal de Pressler-Bitterlich. Admita o cepo à altura de 0.05 m.

FICHA DE CAMPO - RELASCÓPIO DE ESPELHOS DE BITTERLICH

1. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

P.amostra nº	CM nº	Fiada nº	Foto nº	Fotoponto	Altitude	Sit. Fisiog.	Declive

2. PROVA DE NUMERAÇÃO ANGULAR HORIZONTAL

Banda	contagem

3. MEDIÇÃO DE DIÂMETROS E ALTURAS

Arv nº	dist.	azim.	P.Estação	Bandas DAP	DAP	LT	LB	h

4. MÉTODO DA ALTURA FORMAL DE PRESSLER-BITTERLICH

ARV. nº	Banda DAP	LDAP/2	LDAP	Lm/2

EQUIPA: _____ DATA: / /

LIÇÃO Nº 11**PRÁTICA**

- **Treino de campo - Manuseamento do Telerelascópio e do hipsómetro Vertex. Cubagem rigorosa. Fórmula de Hohenadle. Recolha de dados com a árvore em pé. Tratamento dos dados recolhidos nas aulas de campo.**

- Considere um árvore no arboreto da ESACB.
- Meça a sua altura total com o hipsómetro Vertex.
- Realize as medições necessárias para a sua cubagem rigorosa recorrendo a uma toragem de 2 m e cepo a 0.03 m com o Telerelascópio.
- Realize as medições necessárias para a aplicação da fórmula de Hohenadl (seccionamento absoluto em 5 toros iguais) com o Telerelascópio.

EXERCÍCIO 1 - Análise integrada dos dados de inventário recolhidos em parcelas de área fixa (Lição nº7). Cálculo dos parâmetros da parcela: número de árvores por ha, área basal por ha, diâmetro médio, altura média, diâmetro dominante e altura dominante.altura média.

EXERCÍCIO 2 - Análise integrada dos dados recolhidos em pontos de amostragem com o relascópio (Lição nº10). Cálculo dos parâmetros da árvore individual: DAP, altura total, altura formal, volume total e coeficiente de forma ordinário. Cálculo dos parâmetros: área basal por ha, altura formal média e volume total por ha.

FICHA DE CAMPO - TELERELASCÓPIO

1. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL DE AMOSTRAGEM

P.amostra nº	CM nº	Fiada nº	Foto nº	Fotoponto	Altitude	Sit. Fisiog.	Declive

2. CUBAGEM RIGOROSA

ARV. nº	UT	LT	LB	LCEPO	bCEPO	LDAP	bDAP	L2.30	b2.30	L4.30	b4.30

ARV.nº	L6.30	b6.30	L8.30	b8.30	L10.30	b10.30	L12.30	b12.30	L14.30	b14.30

ARV.nº										

3. HOHENADL

ARV nº	UT	LT	LB	L0.1	b0.1	L0.3	b0.3	L0.5	b0.5	L0.7	b0.7	L0.9	b0.9

EQUIPE: _____ DATA: ____ / ____ / ____

LIÇÃO Nº 12
PROVA DE AVALIAÇÃO ESCRITA TEÓRICO-PRÁTICA

LIÇÃO Nº 13**PROVA PRÁTICA DE RECOLHA DE DADOS DE CAMPO**

- I. Inventário florestal - parcelas de área fixa
- ❑ Considere a fotografia aérea com a localização da unidade de amostragem atribuída à equipe de campo.
 - ❑ Instale a parcela e realize as medições prevista na ficha de campo de acordo com o **protocolo de campo** distribuído a cada equipa.
- II. Inventário florestal - pontos de amostragem
- ❑ Considere a fotografia aérea com a localização da unidade de amostragem atribuída à equipe de campo.
 - ❑ Identifique o ponto de amostragem no terreno.
 - ❑ Realize a prova de numeração angular horizontal.
 - ❑ Seleccione 10 árvores contadas na prova anterior e identifique-as pelas suas coordenadas polares.
 - ❑ Meça as suas alturas totais e os seus DAP's.
 - ❑ Aplique a essas árvores o método da altura formal de Pressler-Bitterlich. Admita o cepo à altura de 0.05 m.

LIÇÃO Nº 14**PROVA PRÁTICA DE RECOLHA DE DADOS DE CAMPO**

- I. Inventário florestal - parcelas de área fixa
- ❑ Considere a fotografia aérea com a localização da unidade de amostragem atribuída à equipe de campo.
 - ❑ Instale a parcela e realize as medições prevista na ficha de campo de acordo com o **protocolo de campo** distribuído a cada equipa.
- II. Inventário florestal - pontos de amostragem
- ❑ Considere a fotografia aérea com a localização da unidade de amostragem atribuída à equipe de campo.
 - ❑ Identifique o ponto de amostragem no terreno.
 - ❑ Realize a prova de numeração angular horizontal.
 - ❑ Seleccione 10 árvores contadas na prova anterior e identifique-as pelas suas coordenadas polares.
 - ❑ Meça as suas alturas totais e os seus DAP's.
 - ❑ Aplique a essas árvores o método da altura formal de Pressler-Bitterlich. Admita o cepo à altura de 0.05 m.

LIÇÃO Nº 15

- **Apresentação, discussão e avaliação do trabalho prático executado pelos alunos.**

Apresentação do trabalho prático executado

- Fotografia aérea com o fotoponto marcado
 - Fotografia aérea com a marcação do alinhamento utilizado para a determinação da escala na proximidade do fotoponto e do Norte magnético.
 - Medições conjugadas efectuadas na fotografia aérea e no terreno. Cálculos.
 - Ponto de partida e percurso realizado (distância e azimute). Cálculos.
- I. Recolha de dados no campo - parcelas de área fixa
- Medições realizadas para a instalação da parcela. Cálculos.
 - Croqui da parcela.
 - Ficha de campo com os dados recolhidos. Cálculos.
- II. Recolha de dados no campo - pontos de amostragem
- Croqui da ponto de amostragem com a identificação das árvores medidas.
 - Ficha de campo com os dados recolhidos. Cálculos.
- III. Tratamento de dados - parcelas de área fixa
- Cálculo dos parâmetros da parcela: número de árvores por ha, área basal por ha, diâmetro médio, altura média, diâmetro dominante e altura dominante.
 - Discussão dos resultados
- IV. Tratamento de dados - pontos de amostragem
- Cálculo dos parâmetros da árvore individual: DAP, altura total, altura formal, volume total e coeficiente de forma ordinário.
 - Cálculo dos parâmetros: Número de árvores por ha, área basal por ha, altura formal média e volume total por ha.
 - Discussão dos resultados.
- Discussão integrada dos resultados. Análise comparativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEL. 1985. Inventário Florestal para o Eucalipto. Instruções para Chefe de Brigada. Associação das Empresas Produtoras de Pasta de Celulose - ACEL. Lisboa.
- ALEGRIA, C. M. M. 1986. Resumo sobre as actividades no Inventário Florestal de Emergência. Contribuição para o Estudo da Produtividade de Biomassa da parte aérea em Povoamentos de *Eucalyptus globulus* Labill em Portugal. Relatório de Actividades do Curso de Engenheiro Silvicultor. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia.
- ALVES, A. A. M. 1975. Teoria Geral da Intervenção Produtiva. Ed. ciclostilada. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 100 pp.
- ASSMAN, E. 1961. Waldertragskunde. B.L.V. Verlagsgesellschaft. Munchen. (cit. Oliveira, 1980).
- AVERY, T. E. e BURKHART, H. E. 1983. *Forest Measurements*. 3ª ed. McGraw-Hill Book Company. New York.
- BITTERLICH, W. s.d. Tele-relascópio. Manual. Feinmechanische Optische Betriesges.m.b.H.- FOB. Austria.
- BITTERLICH, W. s.d. Relascópio. Manual. Feinmechanische Optische Betriesges.m.b.H.- FOB. Austria.
- CARVALHO, P. E. S. 1992. Estudos Dendrométricos em Povoamentos de *Pinus pinaster* Aiton no Concelho de Oleiros. Relatório de Trabalho de Fim de Curso de Produção Florestal. IPCB-ESA. Castelo Branco.
- CLUTTER, J. L., J. C. FORTSON, L. V. PIENAAR, G. H. BRISTER e R. L. BAILEY. 1983. *Timber Management. A Quantitative Approach*. John Wiley & Sons, New York.
- DGF. 1999. Manual de Instruções para o trabalho de Campo do Inventário Florestal Nacional. Direcção Geral das Florestas. Lisboa. 80 pp.
- GOMES, A. 1957. A Medição dos Arvoredos. Col. A Terra e o Homem nº 30. Livraria Sá da Costa. Lisboa. 413 p.
- HUSCH, B. 1971. Planificacion de un Inventário Forestale. FAO: Montes nº7; FAO: Estudios de Silvicultura y Productos Forestales nº17. Roma.
- HUSCH, B; C. I. MILLER; T.W. BEERS. 1982. *Forest Mensuration*. John Wiley & Sons. 3ª ed. N.Y.
- LOETSCH, F. e K. E. HALLER. 1973. *Forest Invenctory*. Vol. I. BLV Verlagsgesellshaft mbH, Munchen.
- LOETSCH, F., F. ZOHRER e K. E. HALLER. 1973. *Forest Invenctory*. Vol. II. BLV Verlagsgesellshaft mbH, Munchen.
- MARQUES, C. P. 1981. Apontamentos de Dendrometria. UTAD. Vila Real.
- MEYER, H. A. 1953. *Forest Mensuration*. Pennsylvania, 357 pp. (cit. in LOETSCH, F. *et al.*, 1973).
- OLIVEIRA, A. M. C. 1980. As Parcelas de Estudo na Produção Florestal. INIC. CEF. ISA-UTL. Lisboa. 26 pp.

-
- OLIVEIRA, A. M. C. 1984. A Teoria da produção florestal. CEF. ISA/UTL. Lisboa.
- OLIVEIRA, T. 2001. Inventário Florestal 2001. Formação das Equipas de Inventário. Herdade da Caniceira. Abril 2001. Aliança Florestal.
- PORTUCEL. s.d. Inventário Florestal. Instruções para Chefe de Brigada. Empresa de Celulose e Papel de Portugal, E.P. - PORTUCEL. Lisboa.
- SCE. 1986. Manual de Leitura de Cartas. Serviços Cartográficos do Exército.
- SILVA, L. M. C. S. 1992. Inventário Florestal Contínuo. Análise de Tempos de Trabalho. Relatório de Trabalho de Fim de Curso de Produção Florestal. IPCB-ESA. Castelo Branco.
- SPURR, H. 1952. *Forest Inventory*. Ronald Press, New York. (cit. in LOETSCH, F. *et al.*, 1973).
- SOPORCEL. s.d. Guia de Campo do Inventário. Emporsil, Empresa de Silvicultura, Lda., Grupo Soporcel. Direcção de Produção Florestal.

ANEXO

**Manual de Instruções
para o Trabalho de Campo
do Inventário Florestal Nacional (1999)**