



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro de Ciências Agrárias e Engenharias**  
**Departamento de Ciências Florestais e da**  
**Madeira**



# **CAPÍTULO IX**

## **Inventários de Florestas Naturais**

**Professor Gilson Fernandes da Silva**

# 1 - Introdução

Tendo em vista a maior complexidade das florestas nativas ou inequiâneas, inventários neste tipo de floresta são em geral mais onerosos, caros, e demandam uma maior quantidade de informações.

Como diferenças marcantes das florestas nativas (especialmente as tropicais) para as florestas plantadas, podem-se citar:

- O elevado número de diferentes espécies, gêneros e famílias;
- As diferentes classes de idade, normalmente desconhecidas;
- O espaçamento irregular;
- A presença marcante da regeneração natural;
- A elevada diversidade de formas de vida.

Outro fato importante e que tem forte relação com o custo do inventário, são os acessos em geral mais difíceis nas florestas naturais.

Além das informações usualmente levantadas em florestas plantadas, como, número de árvores, área basal, volume, biomassa e distribuição diamétrica, em florestas naturais, tem-se ainda informações típicas aos ecossistemas nativos regenerados naturalmente:

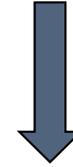
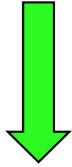
- ✓ Riqueza e diversidade das espécies;
- ✓ Agregação das espécies;
- ✓ Estrutura da regeneração natural;
- ✓ Estruturas horizontal e vertical.



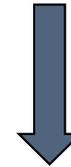
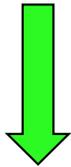
**Floresta plantada**

×

**Floresta nativa**



A tendência é, para um mesmo nível de precisão:



**+ HOMOGÊNEA**

- Amostras menores
- Custos menores
- Maior rapidez
- Menos informações produzidas

**+ HETEROGÊNEA**

- Amostras maiores
- Custos maiores
- Menor rapidez
- Mais informações produzidas

## 2 - Métodos de amostragem aplicados em florestas nativas

### 2.1 – O método de área fixa

Método descrito em detalhes no capítulo IV. No Brasil, é o mais tradicional e o mais empregado em inventários em florestas nativas, especialmente em inventários permanentes.

Reconhecido como um dos métodos mais precisos, pesa contra si o grande número de indivíduos mensurados, a dificuldade em incluir ou não as árvores de borda, o baixo rendimento e os custos que tendem a ser mais elevados.

## 2.2 – O método de quadrantes

O **Método de Quadrantes** (COTTAM & CURTIS, 1949), é, dentre os métodos de amostragem por ponto, ou amostragem de área variável, ou métodos de distâncias, o mais empregado, particularmente, nos levantamentos fitossociológicos.

Quando comparado ao método de parcelas de área fixa, o *método de quadrantes* apresenta, segundo COTTAM & CURTIS (1956), as seguintes vantagens: maior rapidez e eficiência; menor necessidade de equipamentos e pessoal; e a não necessidade de ajuste nas áreas das parcelas em função da densidade da vegetação inventariada.

## 2.2.1 – Fundamentos do método de quadrantes

- ✓ O procedimento de campo consiste no estabelecimento de pontos de amostragem ou pontos de estação.
- ✓ A seleção dos pontos pode ser aleatória ou sistemática. Contudo, recomenda-se a alocação sistemática. ➡
- ✓ A distância entre os pontos deverá ser estabelecida previamente à aplicação da amostragem propriamente dita.
- ✓ De acordo com MARTINS(1979), a **distância mínima** ( $d_{min}$ ) entre os pontos deverá ser igual ao **dobro da distância máxima** ( $2 \times d_{max}$ ) encontrada entre árvores vizinhas mais próximas.

- ✓ MARTINS (1979), recomenda medir, no mínimo, **30** distâncias entre indivíduos mais próximos, para um determinado nível de inclusão de *dap*.
- ✓ SILVA JUNIOR (1984) obteve a **distância máxima** mediante a medição de **50** distâncias entre indivíduos mais próximos com diâmetro de tronco mínimo de 5 cm ao nível do solo.
- ✓ A distância máxima (*dmax*) é o valor da maior distância horizontal medida entre indivíduos mais próximos, partindo-se de um primeiro para um segundo mais próximo, do segundo para um terceiro mais próximo, e assim sucessivamente, até o último indivíduo (30; 50 ou mais), sem que seja medido um mesmo indivíduo duas vezes, não importando a direção tomada.

- ✓ Por medida de segurança, é recomendável acrescentar um valor constante ( $k=2$ ), conforme utilizada por SILVA JUNIOR (1984). Então, a **distância mínima** ( $d_{min}$ ) entre os pontos de amostragem é  $d_{min} = 2 \times d_{max} + k$ .
- ✓ Cada ponto de amostragem é considerado como centro de um círculo que é dividido em quatro partes ou *quadrantes*, formando, entre si, ângulos retos ou  $90^\circ$  (Figura 1).
- ✓ Em cada ponto de amostragem, a orientação dos quadrantes podem ser estabelecidas de forma sistemática ou aleatória.
- ✓ Em cada quadrante é amostrado um único indivíduo, que é o *indivíduo mais próximo* do ponto de amostragem.

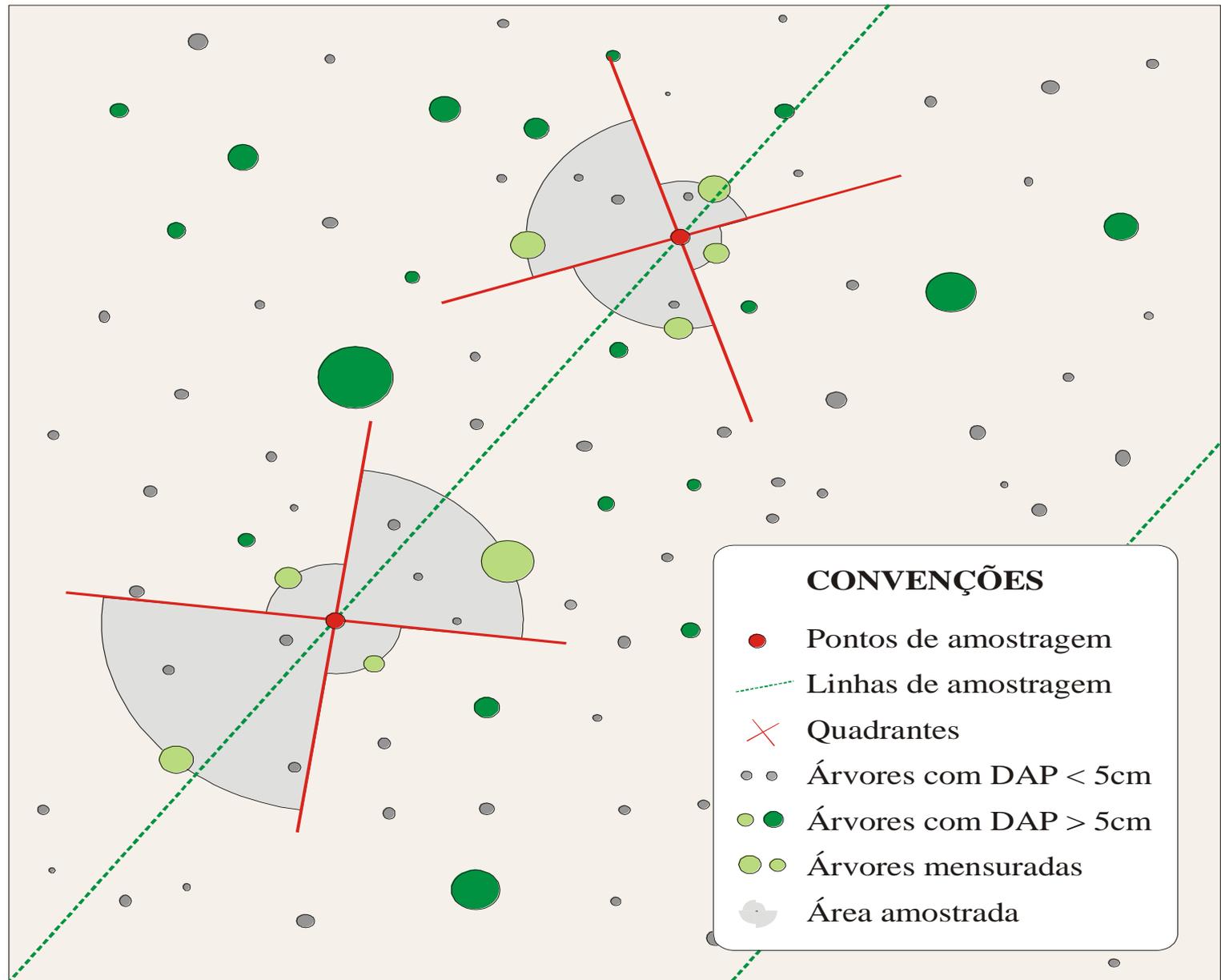


Figura 1 – Esquema geral da amostragem pelo método de quadrantes.

## 2.2.2 – Dados coletados

Na coleta de dados de campo, em cada ponto de amostragem, os seguintes dados são obtidos para cada um dos indivíduos amostrados:

- 1) Distância horizontal do *i-ésimo* ( $i = 1, 2, \dots, P$ ) ponto de amostragem até o *j-ésimo* ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ) indivíduo amostrado.
- 2) Circunferência (*cap*) ou diâmetro (*dap*) de tronco medido a 1,3m do solo.
- 3) Alturas total (*Ht*) e comercial (*Hc*).
- 4) Variáveis qualitativas do tipo: infestação de cipós, qualidade de fuste, classe de copa etc.
- 5) Material botânico para a identificação da espécie.

Conforme sugeriu ASHBY (1972), a distância horizontal do *i-ésimo* ponto de amostragem até o *j-ésimo* indivíduo amostrado ( $d_{ij}$ ) deve ser corrigida, somando-se a cada uma o raio do tronco do *j-ésimo* indivíduo, ou seja,

$$d_c = d_{ij} + \frac{dap_j}{200} \quad \text{ou} \quad d_c = d_{ij} + \frac{cap_j}{200\pi}$$

sendo  $d_c$  a distância corrigida, em metros,  $d_{ij}$  a distância horizontal medida no campo do *i-ésimo* ponto de amostragem ao *j-ésimo* indivíduo amostrado, em metros, e  $dap$  e  $cap$ , em centímetros.

MARTINS (1979) recomenda normalizar as distâncias corrigidas ( $d_c$ ) por meio de transformações de logaritmos naturais ( $\ln$ ) e, portanto, utilizar a média geométrica das distâncias em substituição a média aritmética, da seguinte forma:

$$dg = EXP \left( \frac{\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^4 \ln(d_c)}{4P} \right)$$

sendo  $EXP$  a exponencial ou antilogaritmo natural. A área média ( $\bar{M}$ ) ocupada por cada indivíduo na comunidade é igual a  $dg^2$ .

### 2.2.3 – Estimadores dos parâmetros fitossociológicos

Tal como no método de parcelas de área fixa, no método de quadrantes, além da composição florística, são estimados os parâmetros fitossociológicos das estruturas horizontal e vertical e as distribuições de diâmetros, área basal e volume.

Na sequência, será apresentado os estimadores da estrutura horizontal, ou seja, densidade, frequência, dominância, índice de valor de cobertura e índice de valor de importância.

## a) Estimador da densidade

A densidade expressa o número de indivíduos por hectare. A densidade total por área ( $DT$ ), que expressa o número total de árvores na área total amostrada, independente da espécie, é igual a área de **1 ha** ( $A$ ) dividida pela **área média ocupada por indivíduo** ( $\bar{M}$ ), sendo estimada pelo emprego da seguinte expressão:

$$DT = \frac{A}{\bar{M}} = \frac{1 \text{ ha}}{\bar{M}} = \frac{10000 \text{ m}^2}{\bar{M}} \quad DA_i = DT \left( \frac{n_i}{N} \right) \quad DR_i = \frac{n_i}{N} 100$$

$DA_i$  = densidade absoluta da  $i$ -ésima espécie;

$DR_i$  = densidade relativa da  $i$ -ésima espécie;

$n_i$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie na amostragem;

$N$  = número total de indivíduos na amostragem.

## b) Estimador da dominância

A dominância expressa a área basal por hectare das diferentes espécies encontradas na amostragem. Segundo o método de quadrantes, a dominância para cada espécie pode ser calculada tal como se segue:

$$G_i = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^{n_i} (DAP_i^2) \quad \bar{g}_i = \frac{G_i}{n_i} \quad GT = \sum_{i=1}^S G_i$$
$$DoA_i = DA_i \left( \frac{G_i}{n_i} \right) \quad DoR_i = \frac{G_i}{GT} 100$$

$DoA_i$  = dominância absoluta da  $i$ -ésima espécie;

$DoR_i$  = dominância relativa da  $i$ -ésima espécie;

$G_i$  = área basal da  $i$ -ésima espécie na amostragem;

$GT$  = área basal total encontrada na amostragem;

$n_i$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie na amostragem.

## c) Estimador da frequência

A partir da frequência das espécies, pode-se deduzir sua distribuição na área amostrada. Espécies com maior frequência apresentam-se mais distribuídas pela área amostrada, especialmente se a amostragem é sistemática, sendo o contrário verdadeiro. Pelo método de quadrantes, a frequência para cada espécie amostrada pode ser calculada tal como se segue:

$$FA_i = \frac{P_i}{P} 100 \qquad FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} 100$$

$FA_i$  = frequência absoluta da  $i$ -ésima espécie;

$FR_i$  = frequência relativa da  $i$ -ésima espécie;

$P_i$  = número de pontos amostrais em que a  $i$ -ésima espécie aparece;

$P$  = número total de pontos amostrados.

## d) Índice de Valor de Cobertura (*IVC*)

O índice de valor de cobertura da uma idéia da importância ecológica de cada espécie tomando como base a densidade e a dominância relativas de cada espécie. Este índice é calculado como se segue:

$$IVC_i = (DR_i + DoR_i) \quad IVC_i(\%) = (DR_i + DoR_i) \div 2$$

## e) Índice de Valor de Importância (*IVI*)

O índice de valor de importância da uma idéia da importância ecológica de cada espécie tomando como base a densidade, a dominância e a frequência relativas de cada espécie. Este índice é calculado como se segue:

$$IVI_i = (DR_i + DoR_i + FR_i) \quad IVI_i(\%) = (DR_i + DoR_i + FR_i) \div 3$$

## 2.2.4 – Exemplo de aplicação do método de quadrantes

A seguir, será apresentado um exemplo de aplicação do método de quadrantes para avaliação fitossociológica de uma comunidade florestal natural. Os dados para o desenvolvimento do exemplo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados relativos a três pontos quadrantes instalados em uma floresta natural

Ponto	Quad.	Espécie	<i>Dap</i> (cm)	Dist.(m)	<i>g</i> (m <sup>2</sup> )	<i>dc</i>	<i>ln</i> ( <i>dc</i> )
1	1	Inga	6,0	1,1	0,0028	1,13	0,1222
1	2	Andiroba	48,0	1,6	0,1810	1,84	0,6098
1	3	Murta	15,0	2,3	0,0177	2,38	0,8650
1	4	Louro	11,0	3,0	0,0095	3,06	1,1168
2	1	Amapá	65,0	2,8	0,3318	3,13	1,1394
2	2	Murta	16,0	3,7	0,0201	3,78	1,3297
2	3	Faveira	9,0	0,9	0,0064	0,95	-0,0566
2	4	Amapá	9,0	2,2	0,0064	2,25	0,8087
3	1	Inga	5,0	2,8	0,0020	2,83	1,0385
3	2	Amapá	6,0	1,1	0,0028	1,13	0,1222
3	3	Murta	6,0	3,2	0,0028	3,23	1,1725
3	4	Inga	5,0	1,4	0,0020	1,43	0,3542
<b>Total</b>				<b>26,1</b>	<b>0,5853</b>	<b>27,14</b>	<b>8,6405</b>

## Solução:

$$dg = EXP\left(\frac{\sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^4 \ln(d_c)}{4xP}\right) \longrightarrow dg = EXP\left(\frac{8,6405}{4.3}\right) = 2,05 m$$

$$\bar{M} = dg^2 \longrightarrow \bar{M} = 2,05^2 = 4,203 m^2$$

### a) Estimativa da densidade

$$DT = \frac{10000 m^2}{\bar{M}}, \quad DA_i = DT\left(\frac{n_i}{N}\right) \quad e \quad DR_i = \frac{n_i}{N} 100$$

Como exemplo, para o cálculo da densidade para a espécie Amapá, tem-se:

$$DA_1 = 2379,54\left(\frac{3}{12}\right) = 594,88 \quad e \quad DR_1 = \frac{3}{12} 100 = 25\%$$

## b) Estimativa da dominância

$$DoA_i = DA_i \left( \frac{G_i}{n_i} \right) \quad \text{e} \quad DoR_i = \frac{G_i}{GT} 100$$

Assim, para a espécie Amapá, tem-se:

$$DoA_1 = 594,81 \left( \frac{0,3410}{3} \right) = 67,61 \text{ m}^2 / \text{ha}$$

e

$$DoR_1 = \frac{0,3410}{0,5853} 100 = 58,26\%$$

### c) Estimativa da frequência

$$FA_i = \frac{P_i}{P} 100 \quad \text{e} \quad FR_i = \frac{FA_i}{\sum_{i=1}^s FA_i} 100$$

Assim, para a espécie Amapá, tem-se:

$$FA_1 = \frac{2}{3} 100 = 66,7 \quad \text{e} \quad FR_1 = \frac{66,7}{333,3} 100 = 20,0\%$$

### d) Estimativa do Índice de Valor de Cobertura (IVC)

Para a espécie Amapá, tem-se:

$$IVC_i = (25,00 + 58,26) = 83,26 \quad \text{e} \quad IVC_i(\%) = \frac{83,26}{2} = 41,63$$

### e) Estimativa do Índice de Valor de Importância (IVI)

Para a espécie Amapá, tem-se:

$$IVI_i = (25,00 + 58,26 + 20,00) = 103,26 \quad \text{e} \quad IVI_i(\%) = \frac{103,26}{3} = 34,42$$

Tabela 2 – Resultados da estrutura horizontal empregando-se a metodologia de quadrantes aplicada aos dados da Tabela 1

<i>Espécie</i>	$n_i$	$P_i$	$G_i$	$DA_i$	$DR_i$	$DoA_i$	$DoR_i$	$FA_i$	$FR_i$	$VC(\%)$	$VI(\%)$
Amapá	3	2	0,3410	594,88	25,0	67,62	58,26	66,7	20,0	41,63	34,42
Andiroba	1	1	0,1810	198,29	8,3	35,89	30,92	33,3	10,0	19,63	16,42
Faveira	1	1	0,0064	198,29	8,3	1,27	1,09	33,3	10,0	4,71	6,48
Inga	3	2	0,0068	594,88	25,0	1,35	1,16	66,7	20,0	13,08	15,38
Louro	1	1	0,0095	198,29	8,3	1,88	1,62	33,3	10,0	4,98	6,65
Murta	3	3	0,0406	594,88	25,0	8,05	6,94	100,0	30,0	15,97	20,65
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>0,5853</b>	<b>2379,54</b>	<b>100,0</b>	<b>116,06</b>	<b>100,00</b>	<b>333,3</b>	<b>100,0</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

### 3 - Inventário 100%

O inventário de prospecção ou inventário 100%, diferentemente dos usuais inventários por amostragem é a enumeração completa de todos os indivíduos de tamanho comercial e pré-comercial que ocorrem em uma área.

E dentre todas as atividades do manejo florestal, essa apresenta uma elevada importância, já que a maioria das atividades são planejadas e executadas de acordo com as informações geradas pelo inventário a 100%.

Conforme consta da Instrução Normativa (IN) de N°. 5 de 11 de dezembro de 2006 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o inventário a 100% com mapeamento das árvores é uma operação obrigatória nos planos de manejo equatorial.

Existem diversas metodologias na literatura que descrevem a prática dos inventários 100%. Na sequência é apresentada a metodologia descrita por AMARAL et al. (1998) para florestas manejadas na amazônia legal.

**Talhão**  
(50 ha)

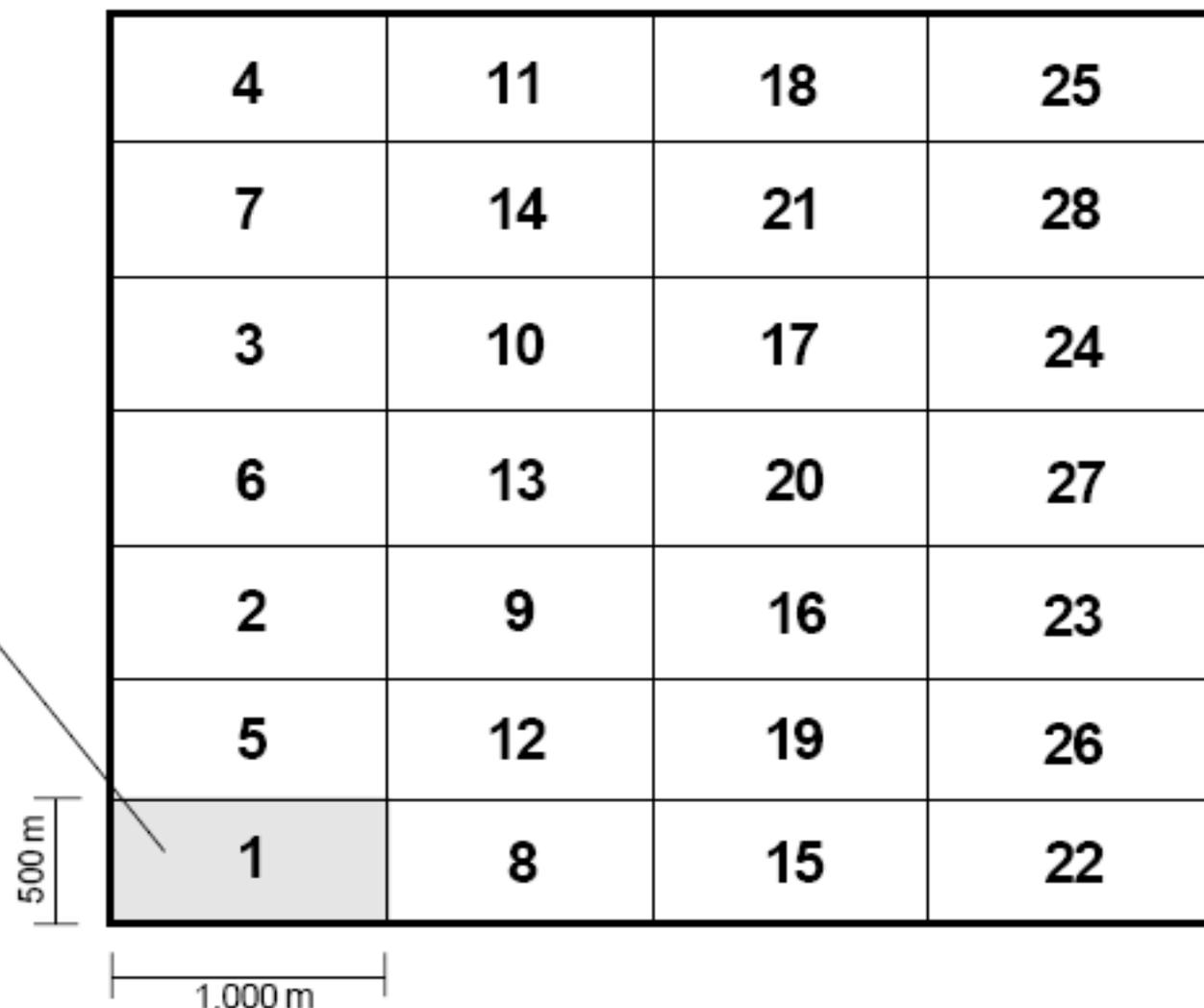


Figura 1. Divisão da área de manejo em talhões intercalados.

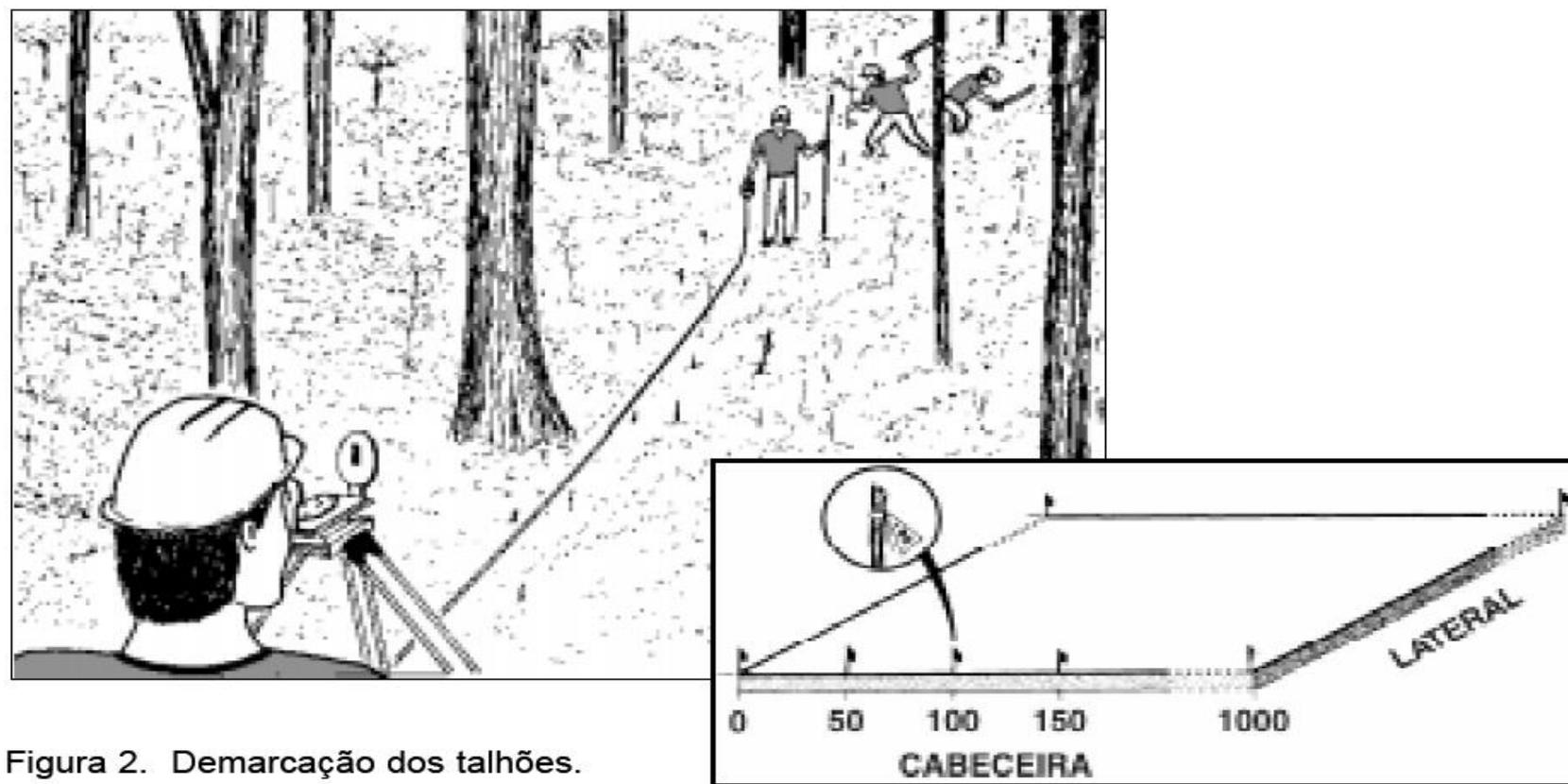


Figura 2. Demarcação dos talhões.

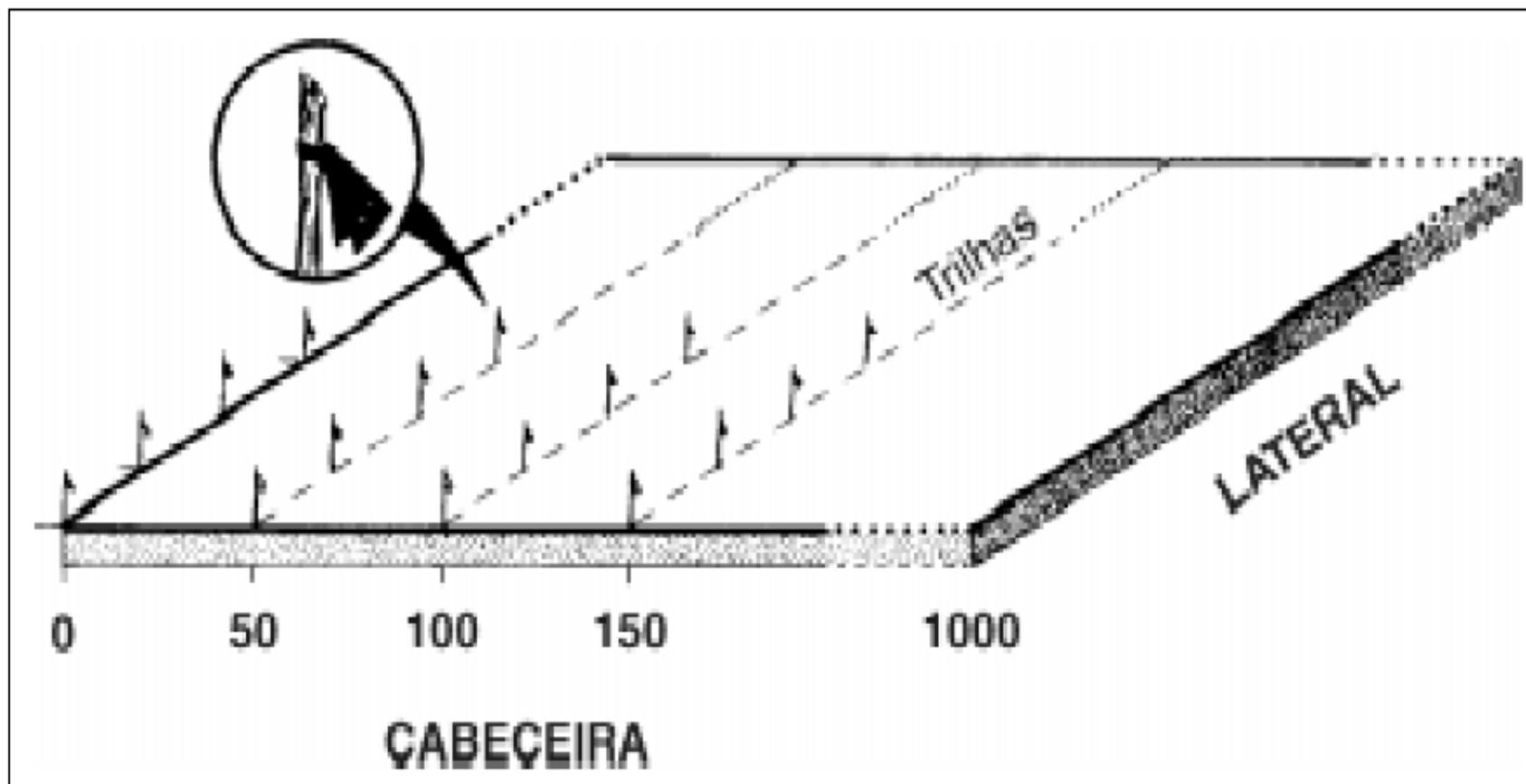


Figura 3. Abertura de trilhas.

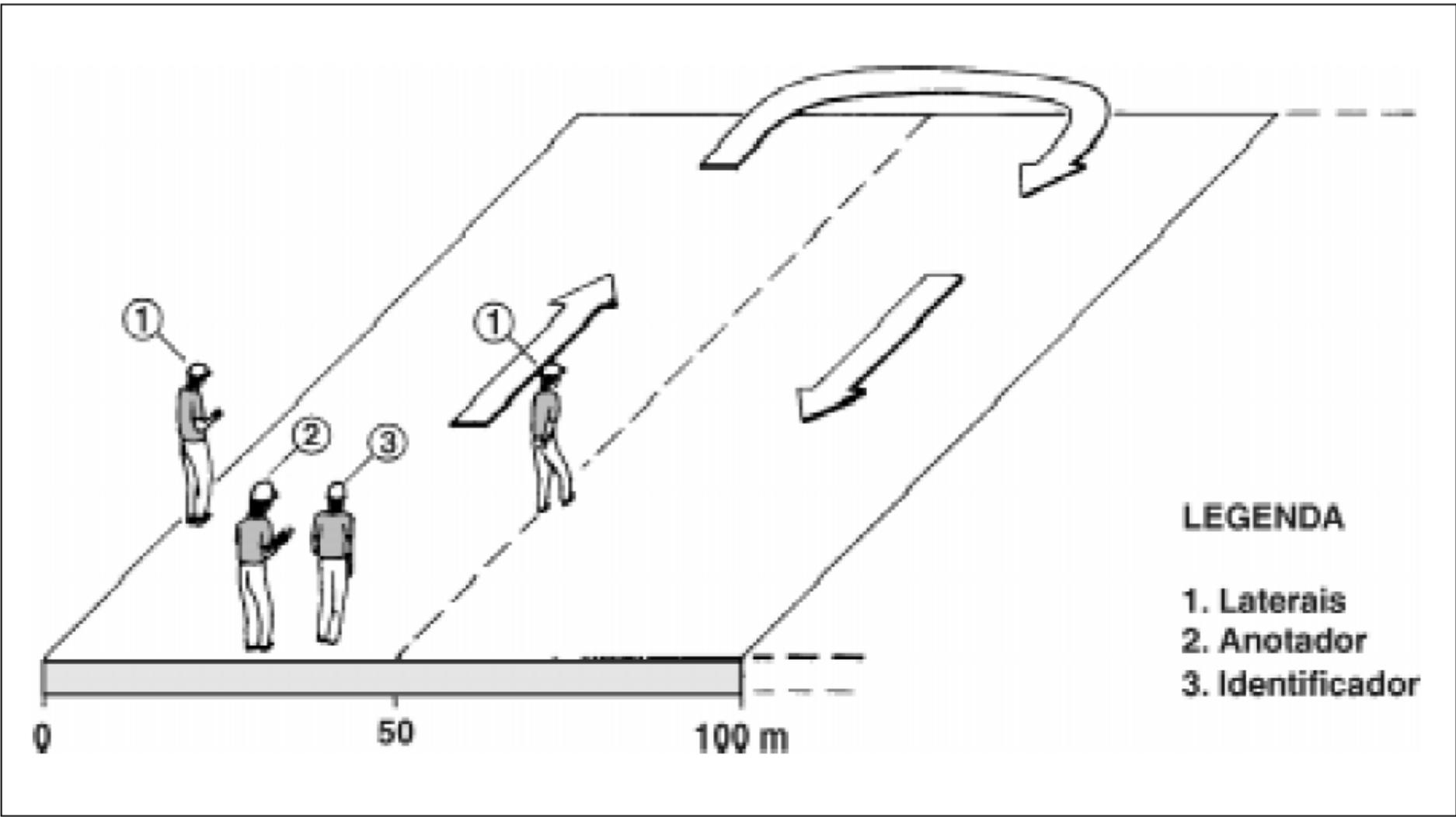
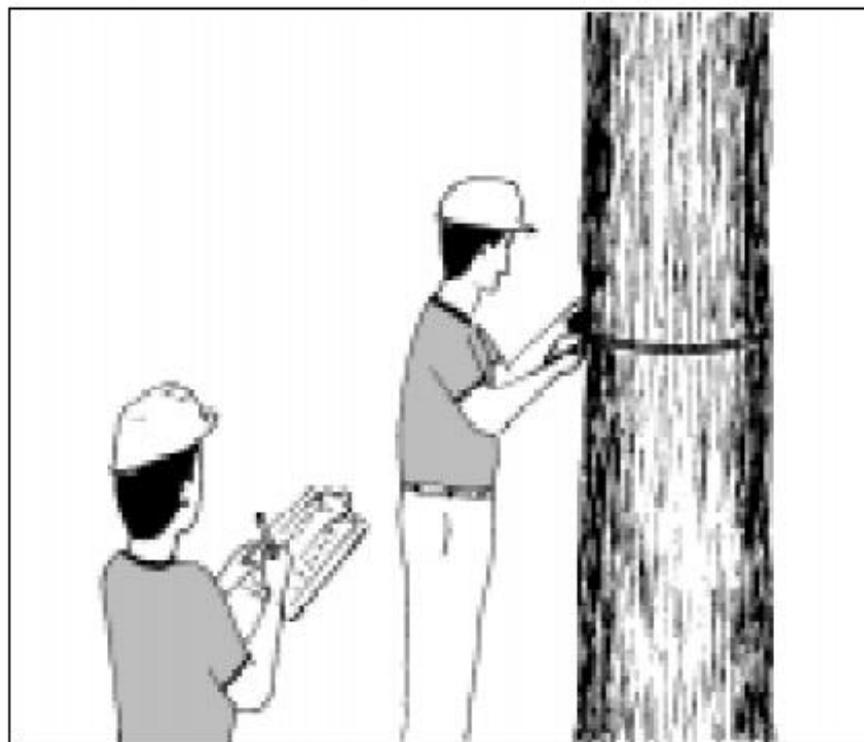


Figura 4. Equipe do censo.

a. Medição à altura do peito.



b. Medição acima das sapopemas.

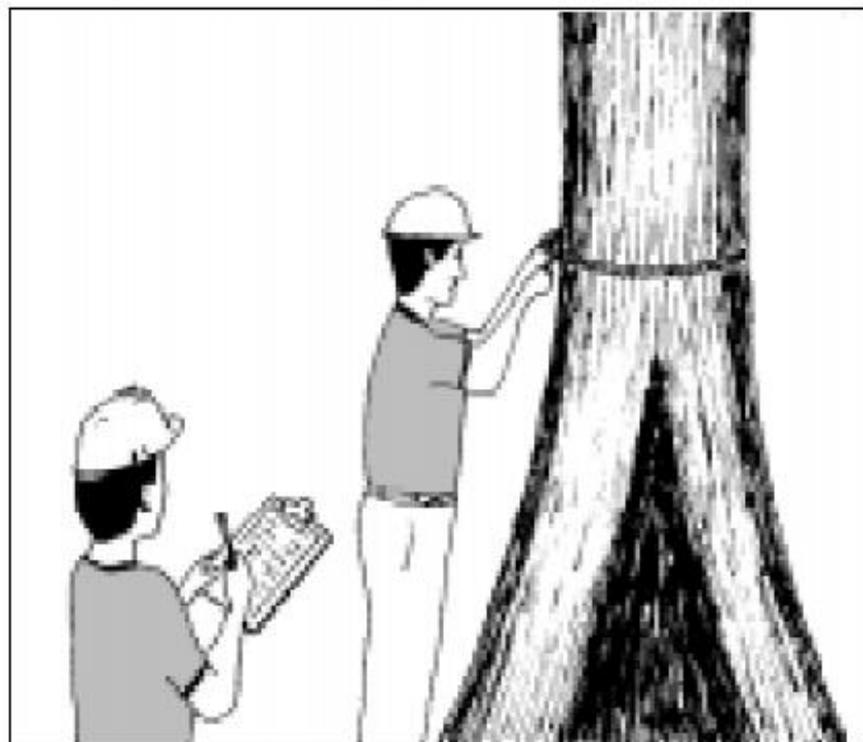


Figura 5. Medição do diâmetro.

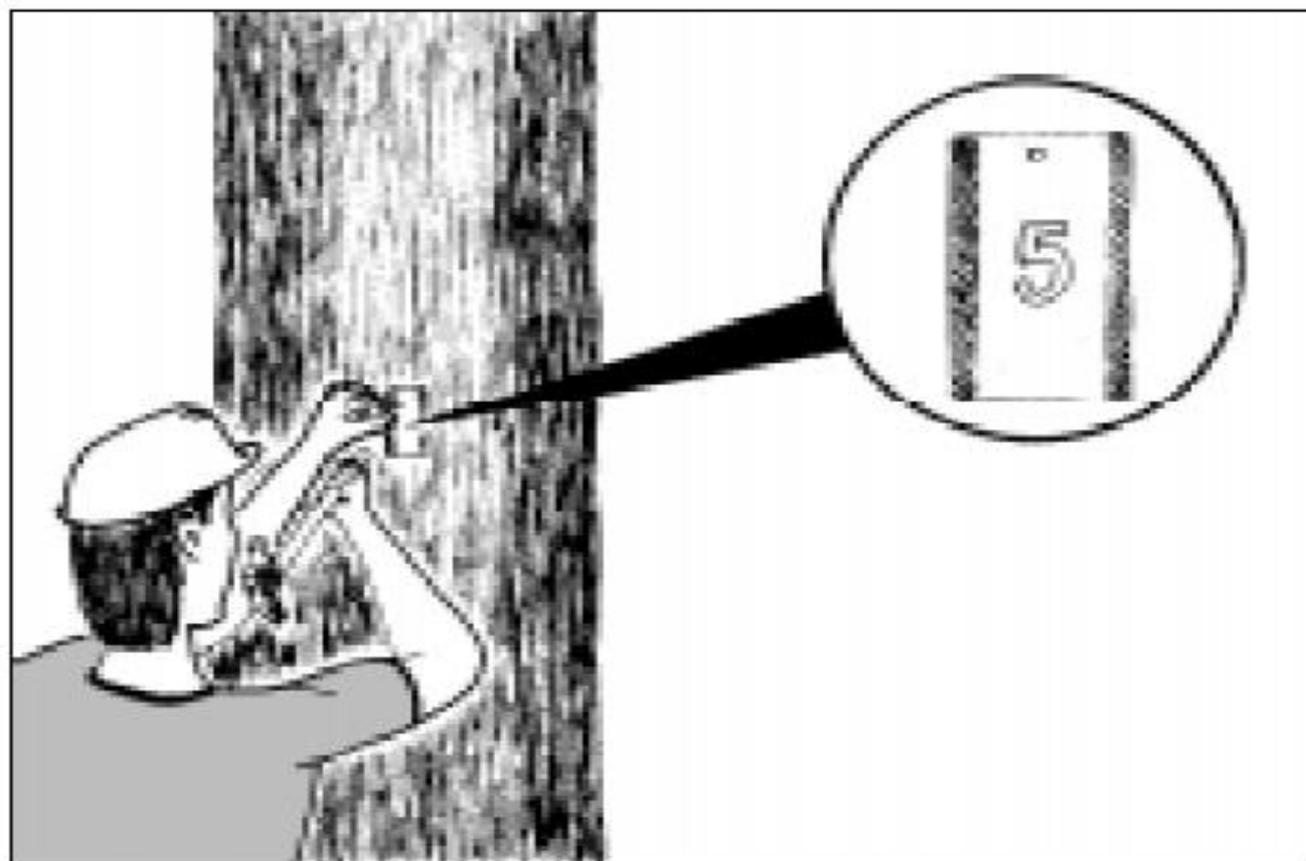
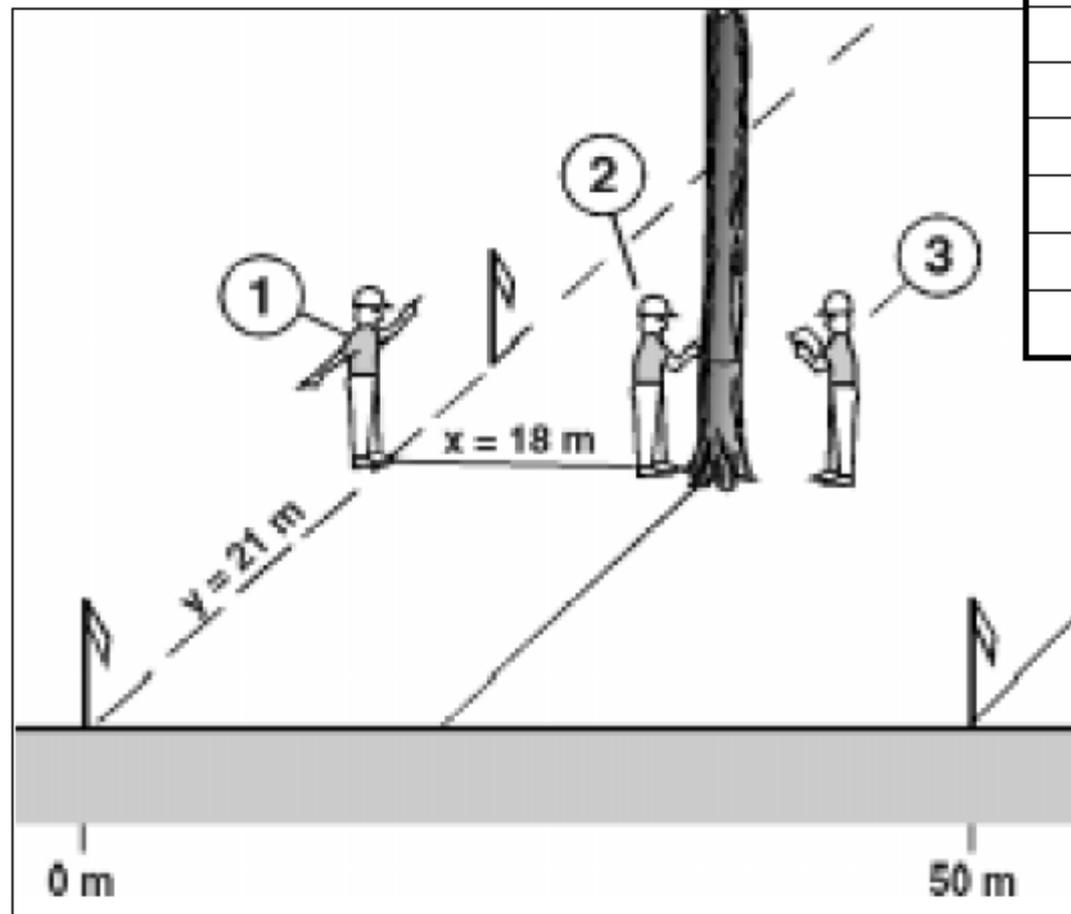


Figura 6. Plaqueta de alumínio na árvore.



Nº da árvore	Coord. X	Coord. Y	Nome comum da árvore
	<b>18</b>	<b>21</b>	

### LEGENDA

1. Lateral
2. Identificador
3. Anotador

Figura 7. Posicionamento para a obtenção das coordenadas x e y.

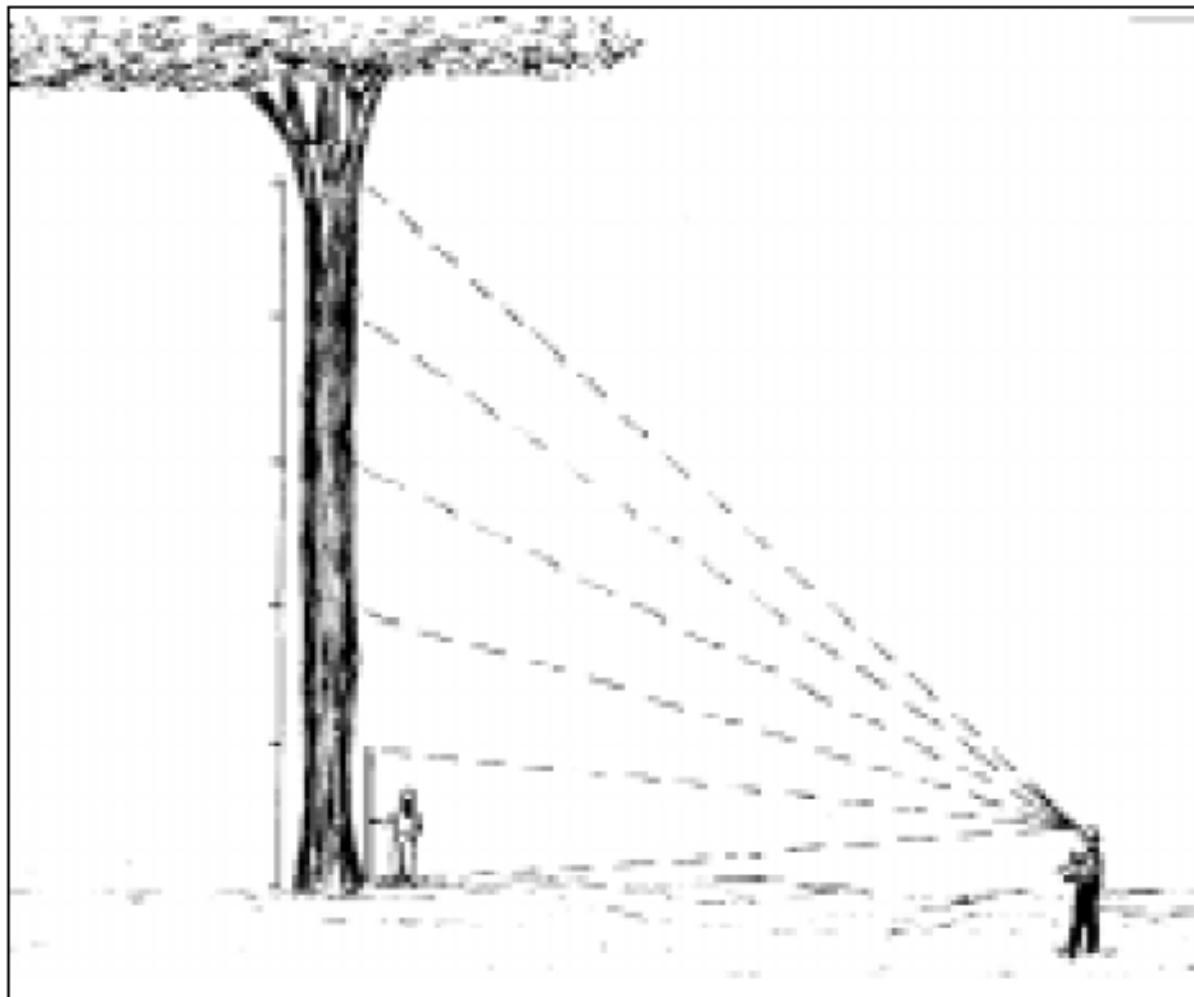


Figura 8. Estimando a altura do tronco.

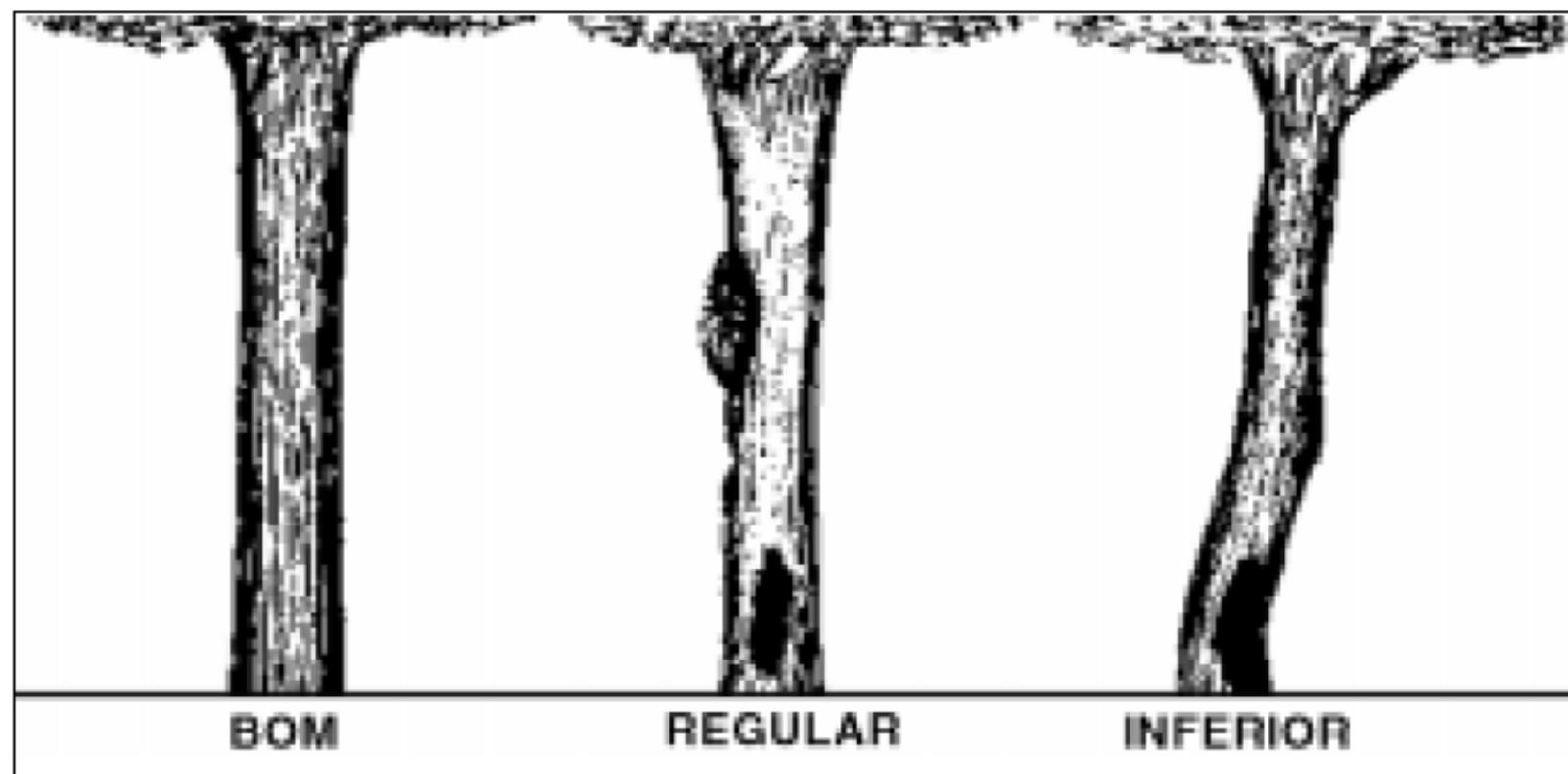


Figura 9. Classificação do tronco em termos de qualidade.

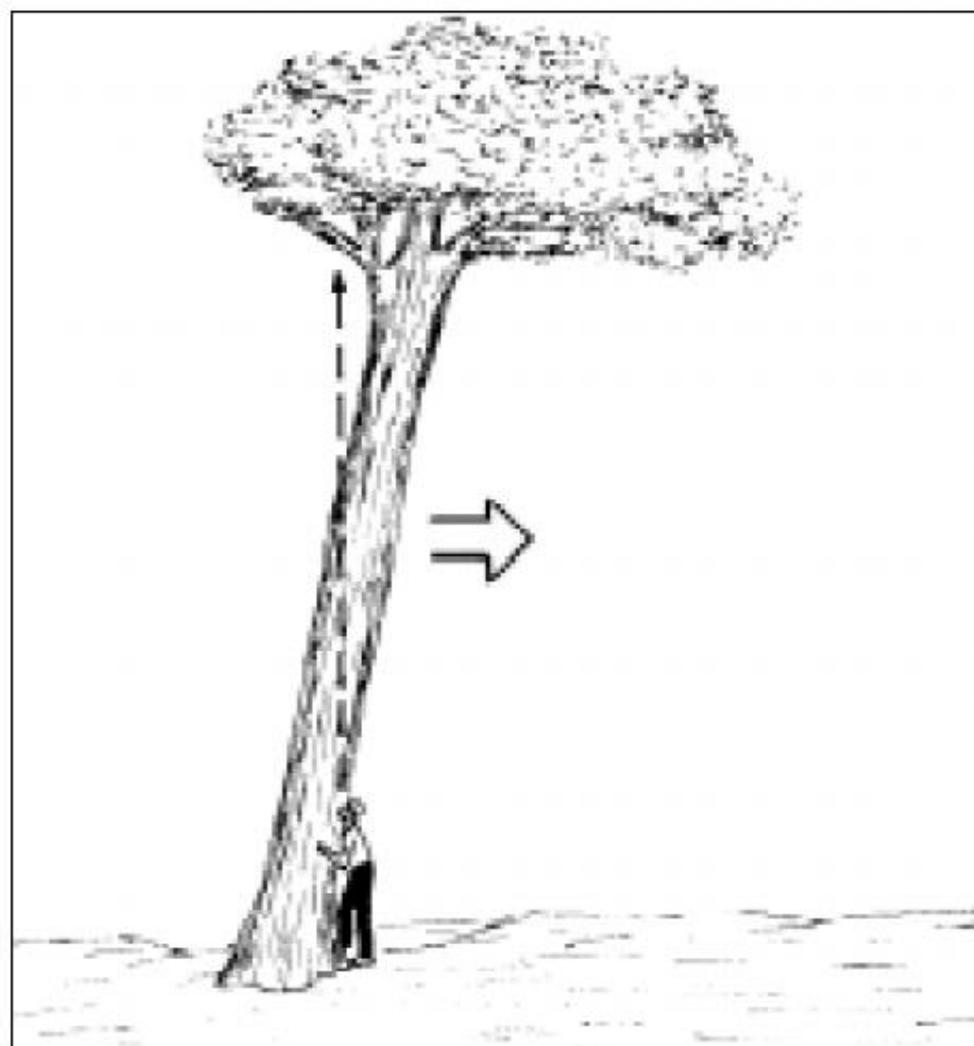


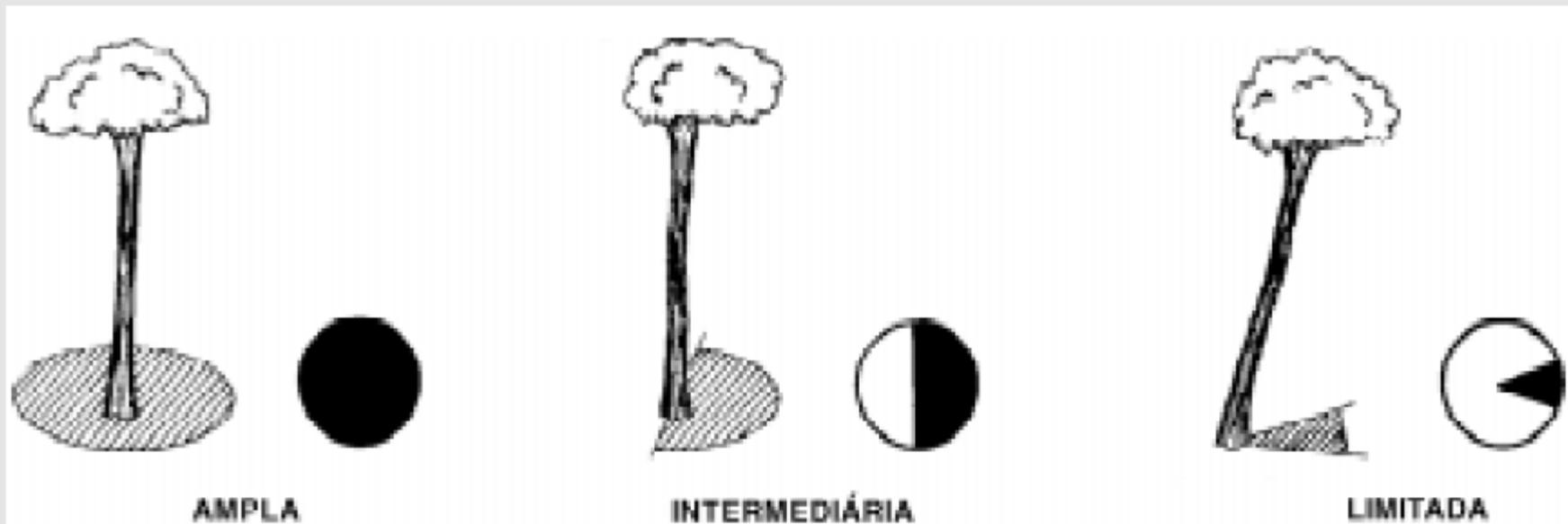
Figura 10. Avaliação da direção de queda.

## Tendência de queda das árvores

**AMPLA:** tronco reto e copa bem distribuída. Pode ser derrubada em qualquer direção. Ângulo de queda 360 graus.

**INTERMEDIÁRIA:** tronco reto, copa voltada para um dos lados. Ângulos de queda entre 90 e 180 graus.

**LIMITADA:** tronco inclinado, copa desigual e acentuada. Ângulo de queda inferior a 90 graus.



Obs.: Os símbolos indicam como anotar a tendência de queda na ficha de campo.

## Avaliação da qualidade da copa

**BOA:** Copa inteira e bem distribuída em torno do eixo central da árvore.

**REGULAR:** Copa com alguns galhos quebrados.

**INFERIOR:** Copa incompleta, mais da metade dos galhos quebrados.

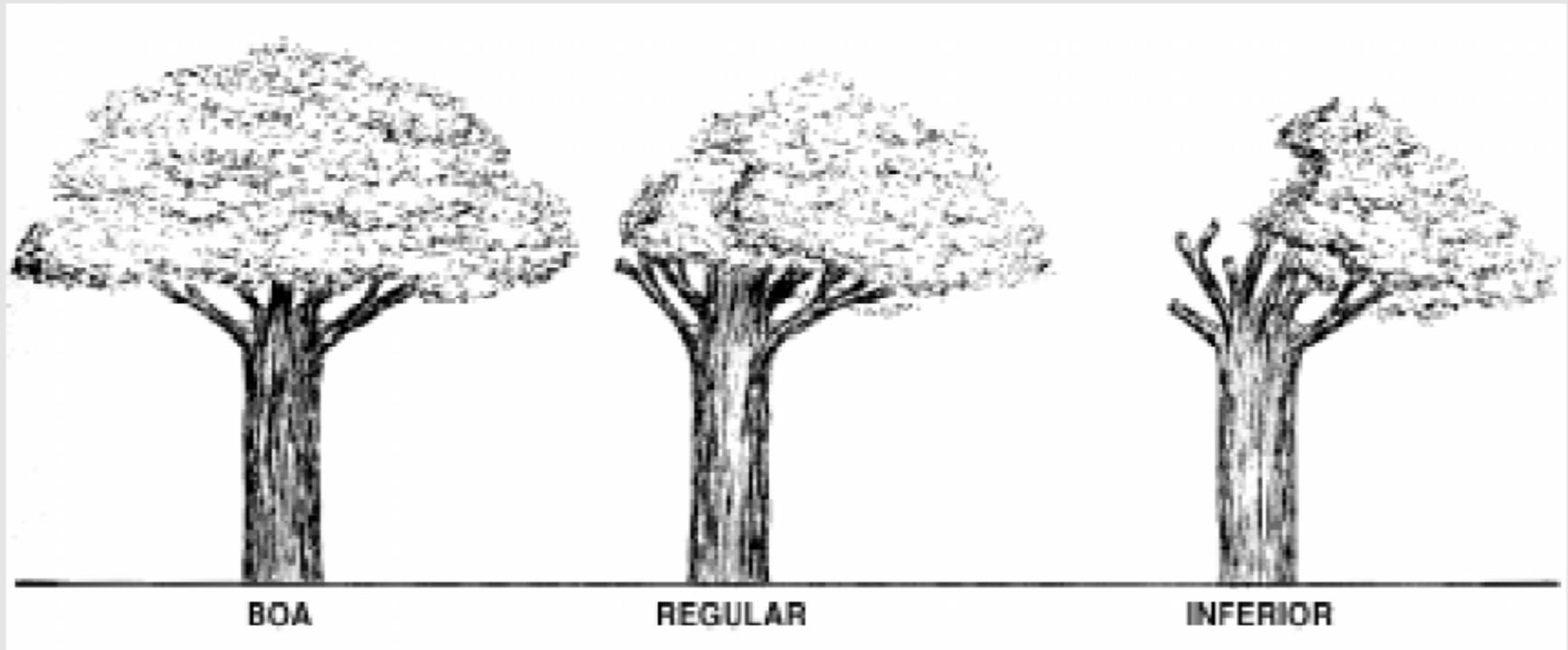


Figura 12. Classificação da copa.

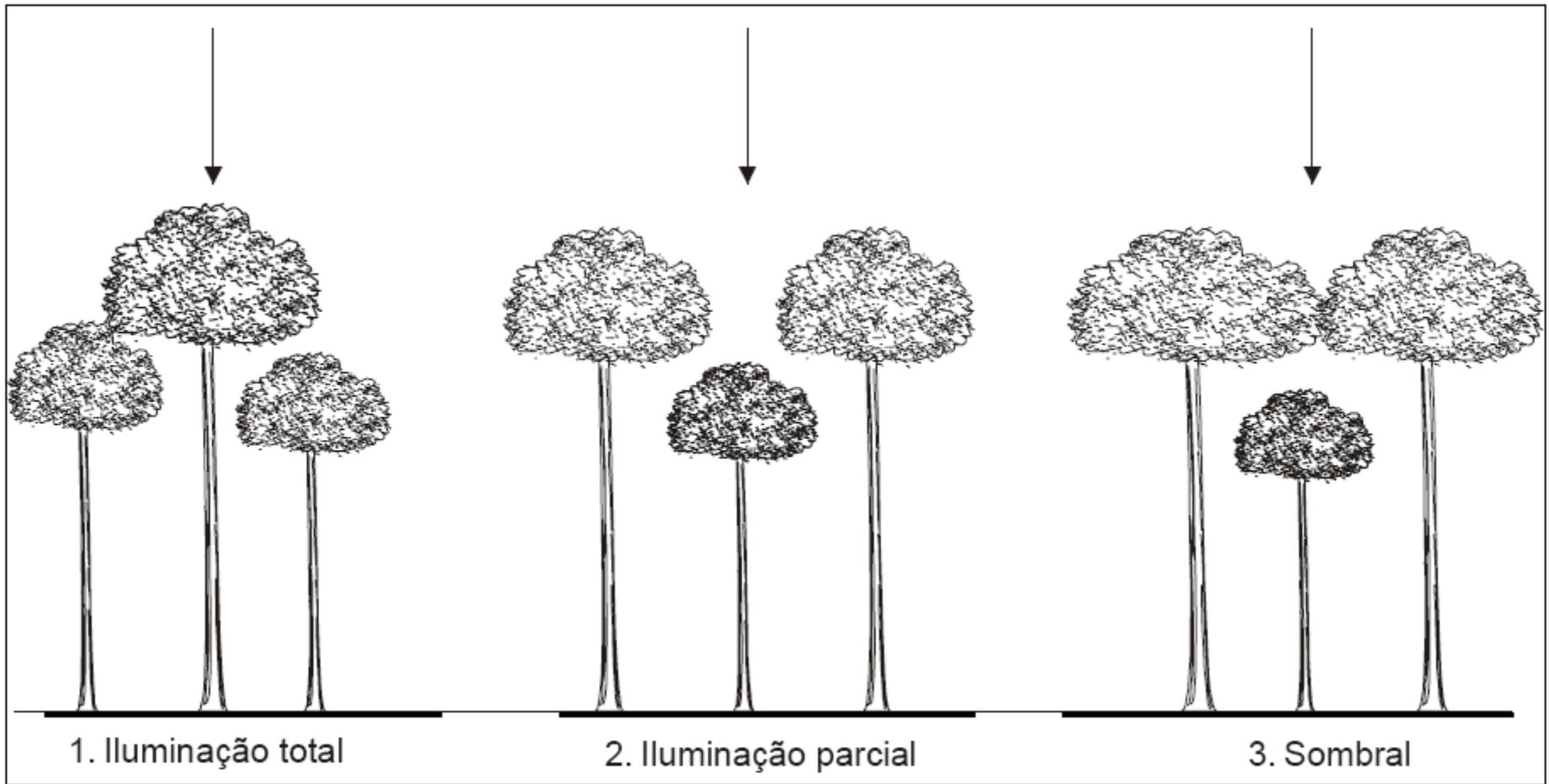


Figura 13. Classes de iluminação da copa.

Talhão:		Ano de implantação:				Data:			Página:		
Faixa	Nº da árvore	Coord. X	Coord. Y	Nome comum da árvore	DAP (cm)	Altura com. (m)	Qual. do tronco	Qual. da copa	Iluminação	Direção da queda	OBS:
3	36	116	197	Faveira	87,3	11,0	2	1	3	●	
3	37	122	232	Jatobá	81,0	15,0	1	2	1	●	
3	38	121	246	Cacuru	61,5	12,0	1	1	1	◐	
3	39	135	338	Copaliba	79,8	9,0	3	2	3	◑	
3	40	132	385	Angelim pedra	89,5	11,5	1	3	1	●	
3	41	181	324	Sumaúma	95,3	15,0	1	1	2	◐	
4	42	197	292	Maçaranduba	89,6	14,0	2	1	2	◐	
4	43	192	264	Morototó	68,4	8,5	1	2	1	●	
4	44	191	249	Copaliba	61,3	7,0	1	1	1	●	
4	45	192	230	Andiroba	57,5	12,0	1	1	2	●	
4	46	155	225	Tauari	59,2	10,0	1	1	1	◑	
4	47	178	194	Breu manga	68,4	12,5	1	1	1	◑	
4	48	185	138	Piquiarana	62,5	9,0	3	1	3	◑	
4	49	164	81	Ipê roxo	60,7	14,0	1	1	1	◑	
4	50	176	11	Maparajuba	85,6	12,0	1	1	1	◐	
4	51	179	7	Sumaúma	75,8	13,5	1	1	1	◐	
4	52	159	55	Breu manga	98,7	15,0	2	1	2	●	
4	53	239	116	Angelim vermelho	63,1	14,0	1	2	3	◐	
4	54	241	123	Sapucaia	90,5	10,0	1	1	3	●	
4	55	202	141	Frejó	74,0	13,0	2	3	2	●	

Qualidade do tronco e iluminação da copa: 1 - Bom 2 - Regular 3 - Inferior.

Figura 14. Exemplo de uma ficha de campo preenchida.

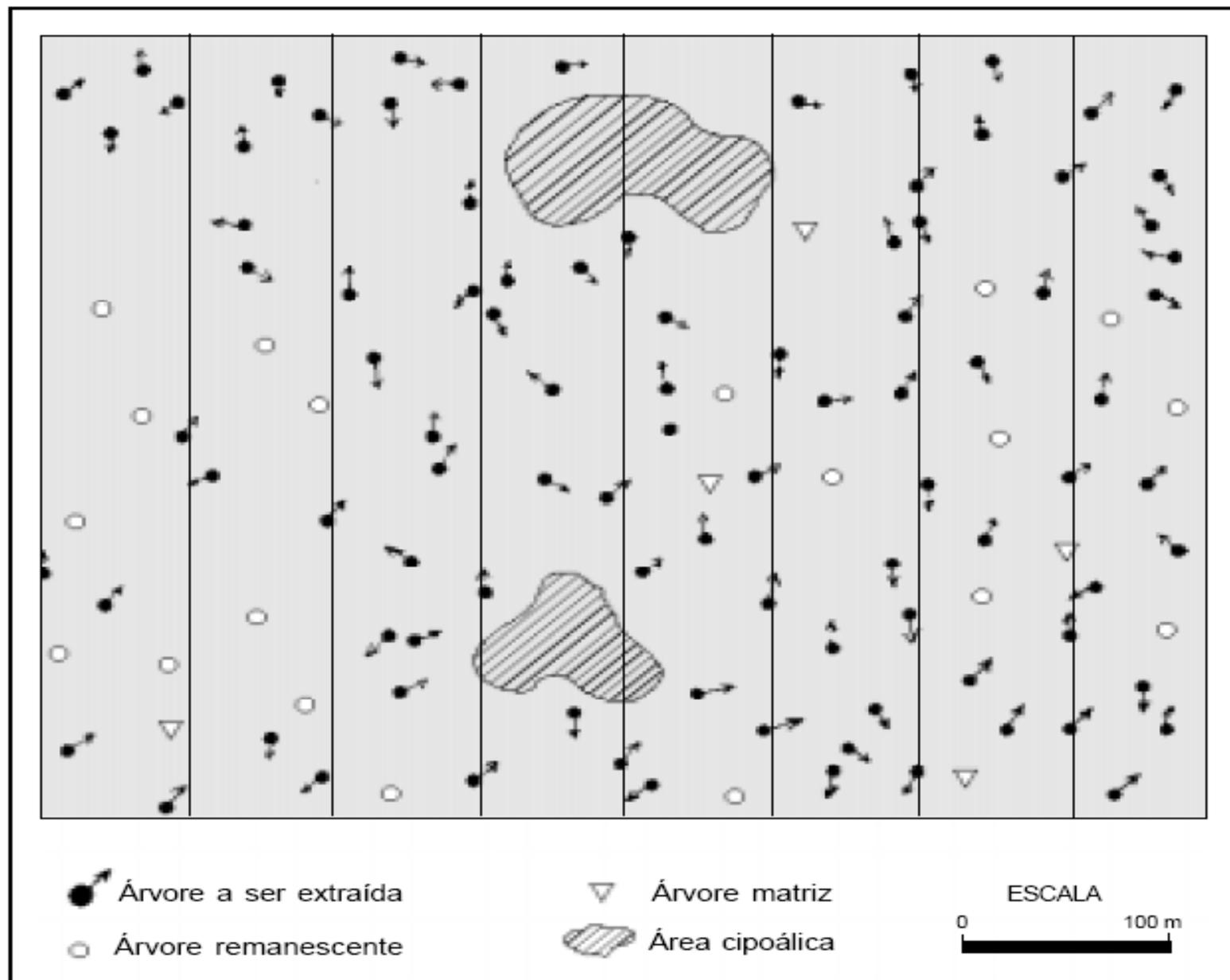


Figura 15. Elaboração do mapa do censo florestal.

**FIM**

# Referências

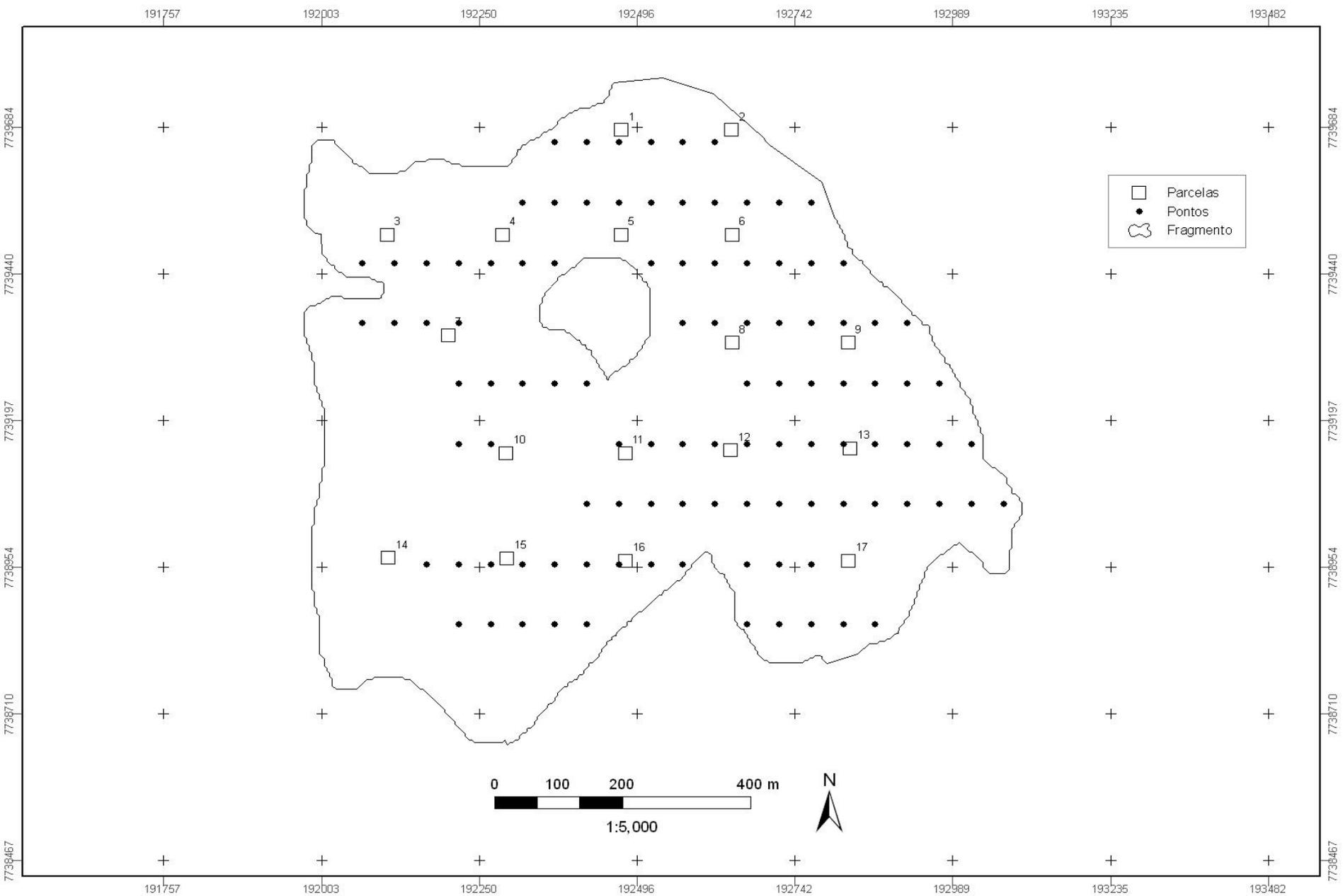
COTTAM, G., CURTIS, J.T. A method for making rapid surveys of woodlands by means of randomly selected trees. **Ecology**. Washington, v.30, p. 101-104, 1949.

COTTAM, G., CURTIS, J.T. The use of distance measures in phytosociological sampling. **Ecology** 37: 451-460, 1956.

Instrução Normativa de Nº. 5 de 11 de dezembro de 2006 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

MARTINS, F.R. Critérios para avaliação de recursos vegetais. In: Simpósio sobre a Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, Turística e econômica. 1978, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1978.

SILVA JÚNIOR, M.C. **Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG.** 1984. 130f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: UFV, 1984.



Mapa do fragmento florestal estudado com a localização das parcelas e dos pontos amostrados. [Fonte: REDLING, 2007.](#)

