



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:

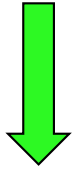
- ✓ Riqueza e diversidade das espécies;
- ✓ Agregação das espécies;
- ✓ Estrutura da regeneração natural;
- ✓ Estruturas horizontal e vertical.



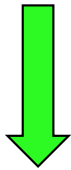
Floresta plantada

×

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° (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.

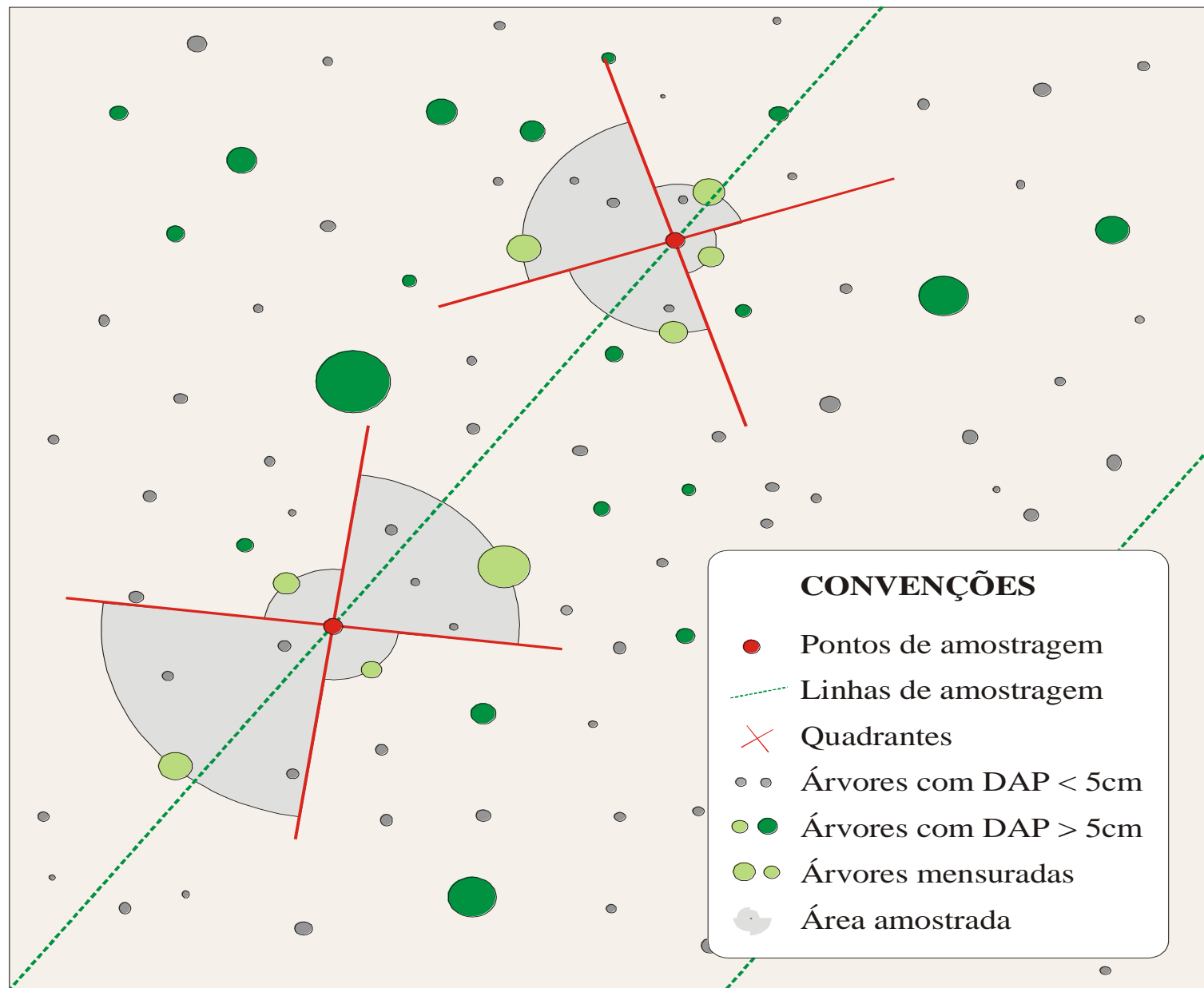


Figura 1 – Esquema geral da amostragem pelo método de quadrantes.

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 ²)	<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
Total				26,1	0,5853	27,14	8,6405

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
Total	12	-	0,5853	2379,54	100,0	116,06	100,00	333,3	100,0	100,00	100,00

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)

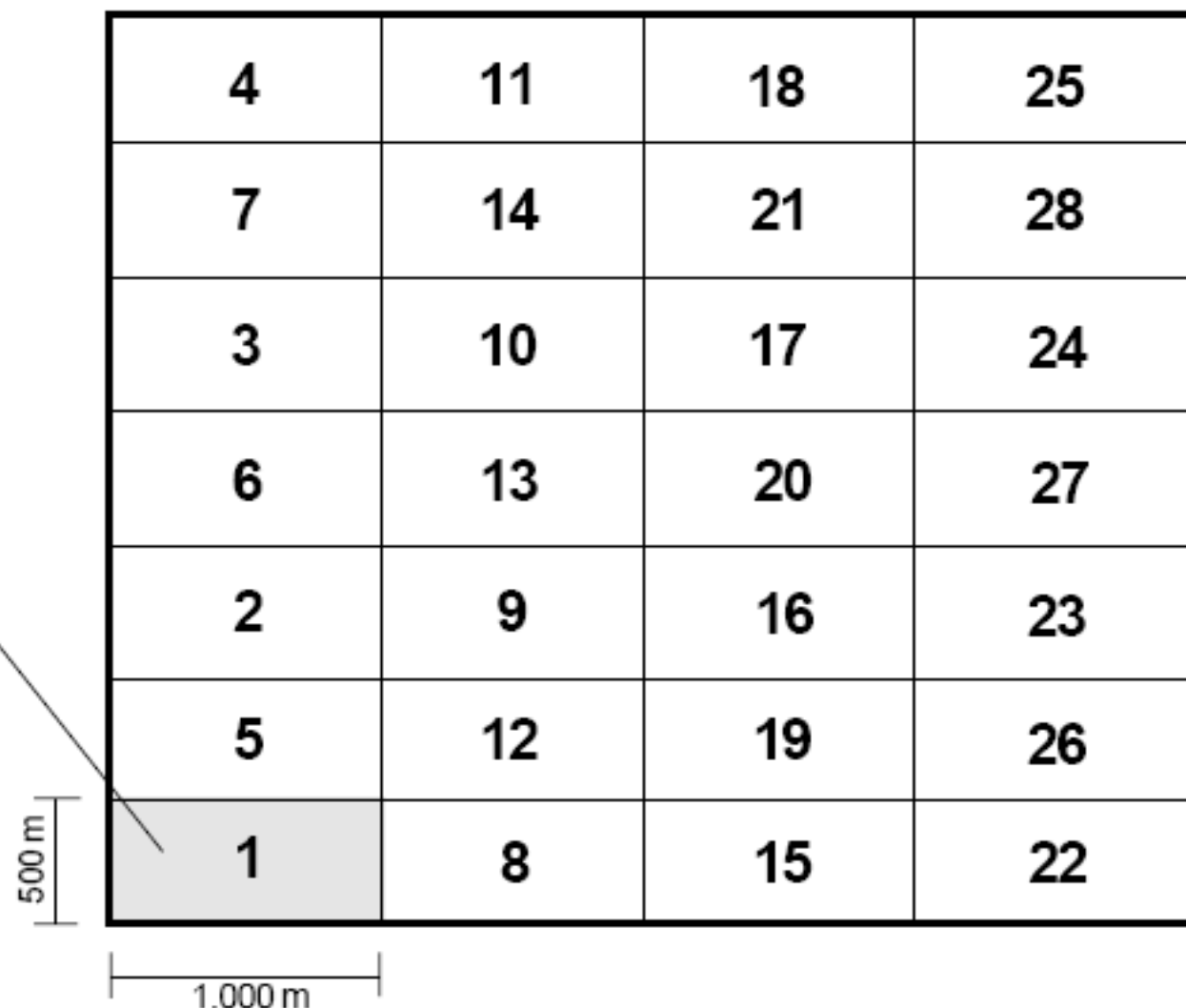


Figura 1. Divisão da área de manejo em talhões intercalados.

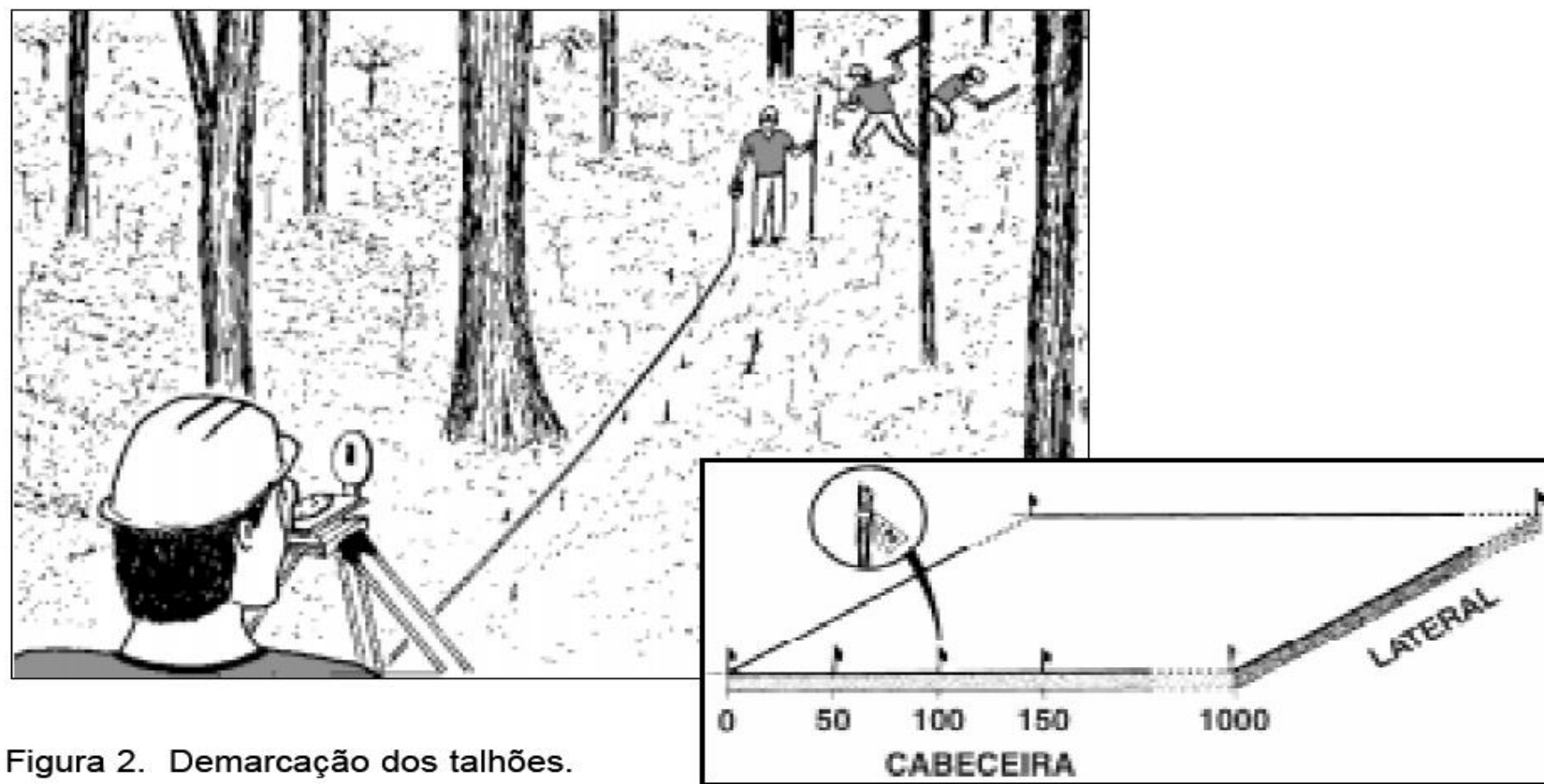


Figura 2. Demarcação dos talhões.

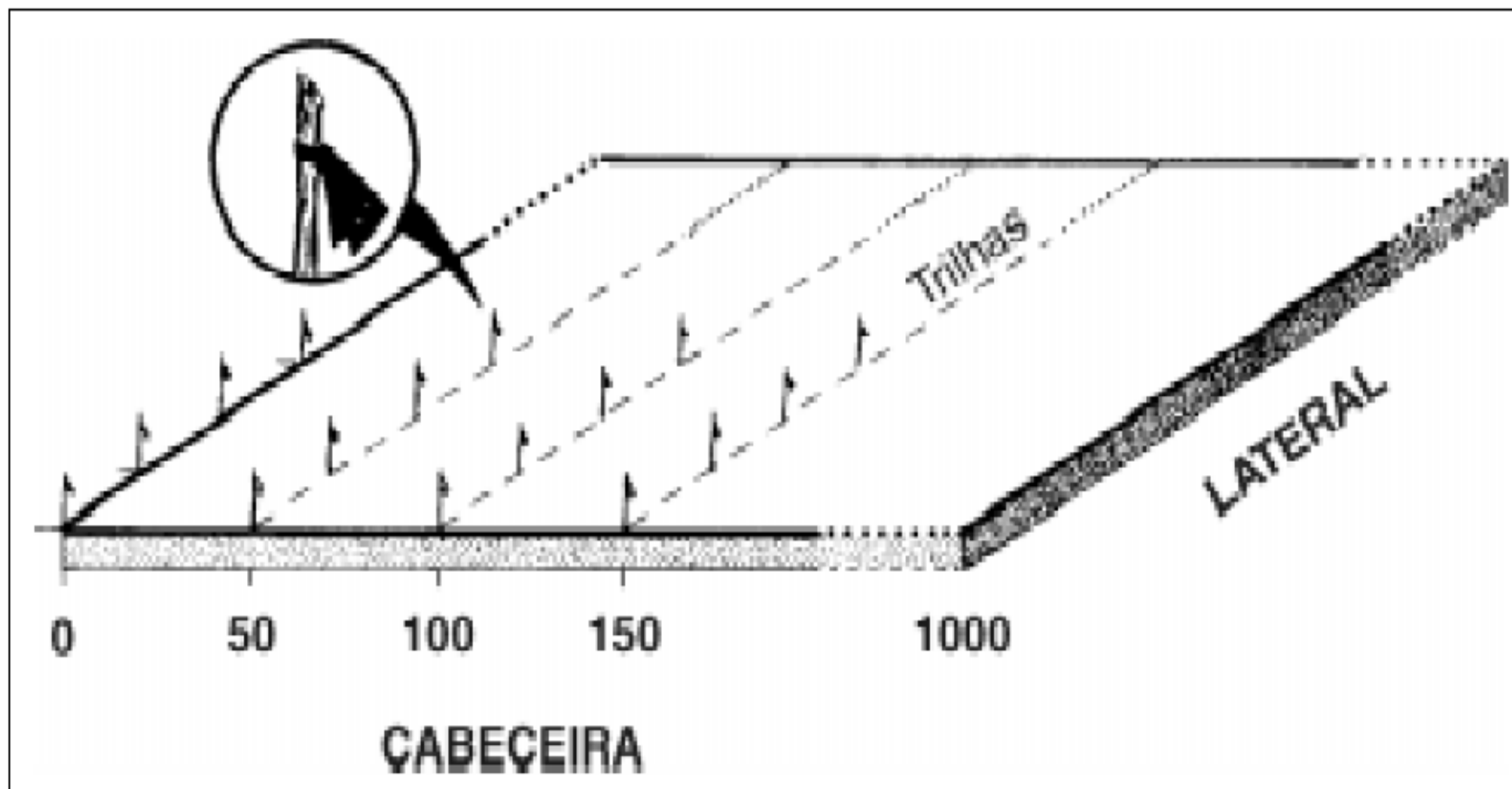


Figura 3. Abertura de trilhas.

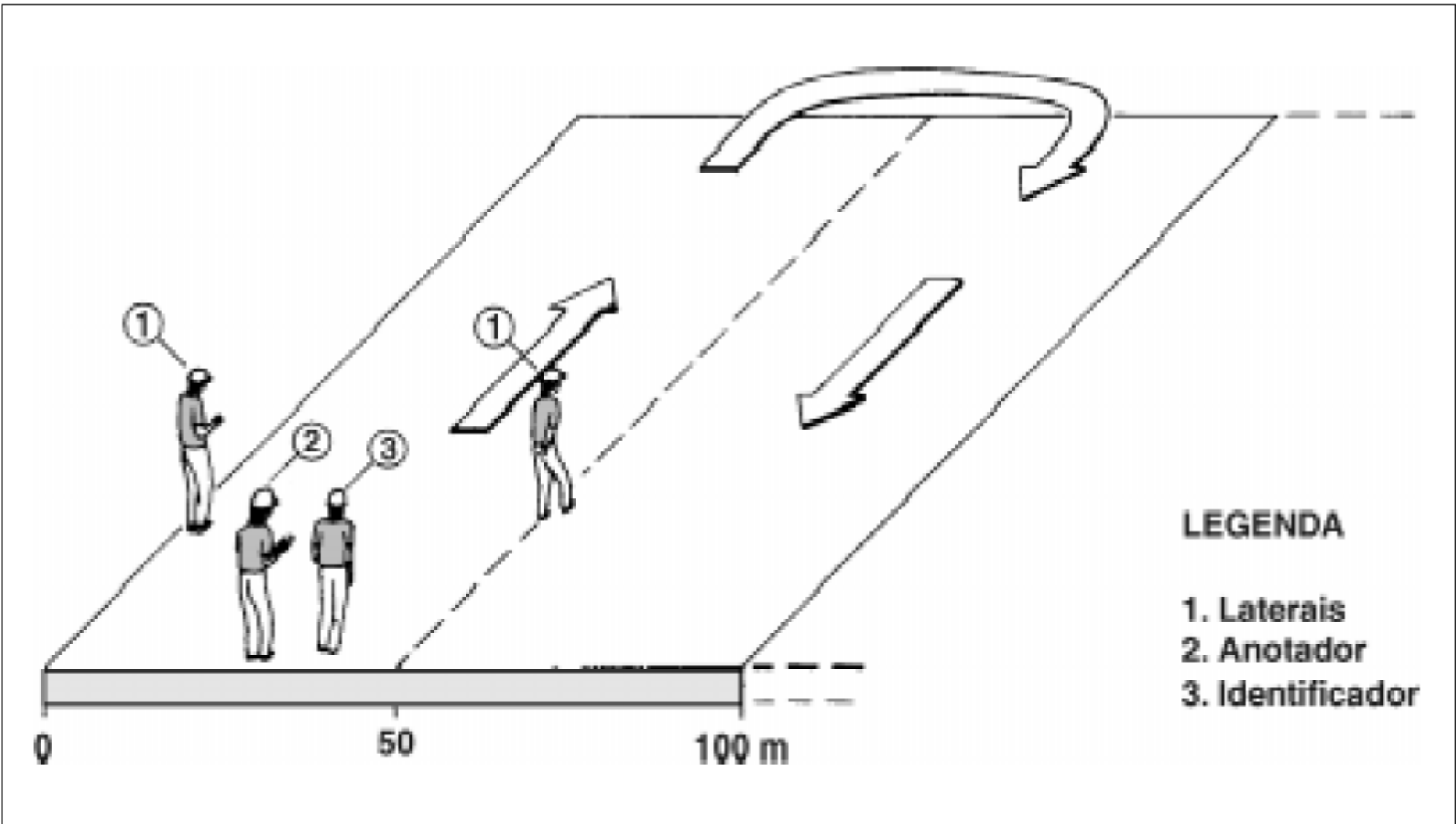
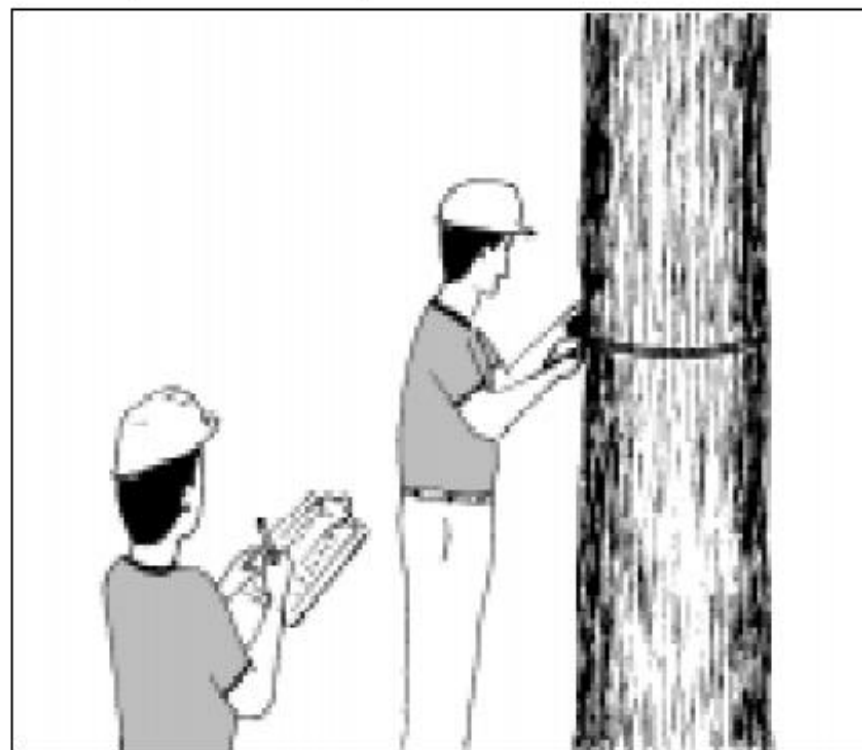


Figura 4. Equipe do censo.

a. Medição à altura do peito.



b. Medição acima das sapopemas.



Figura 5. Medição do diâmetro.

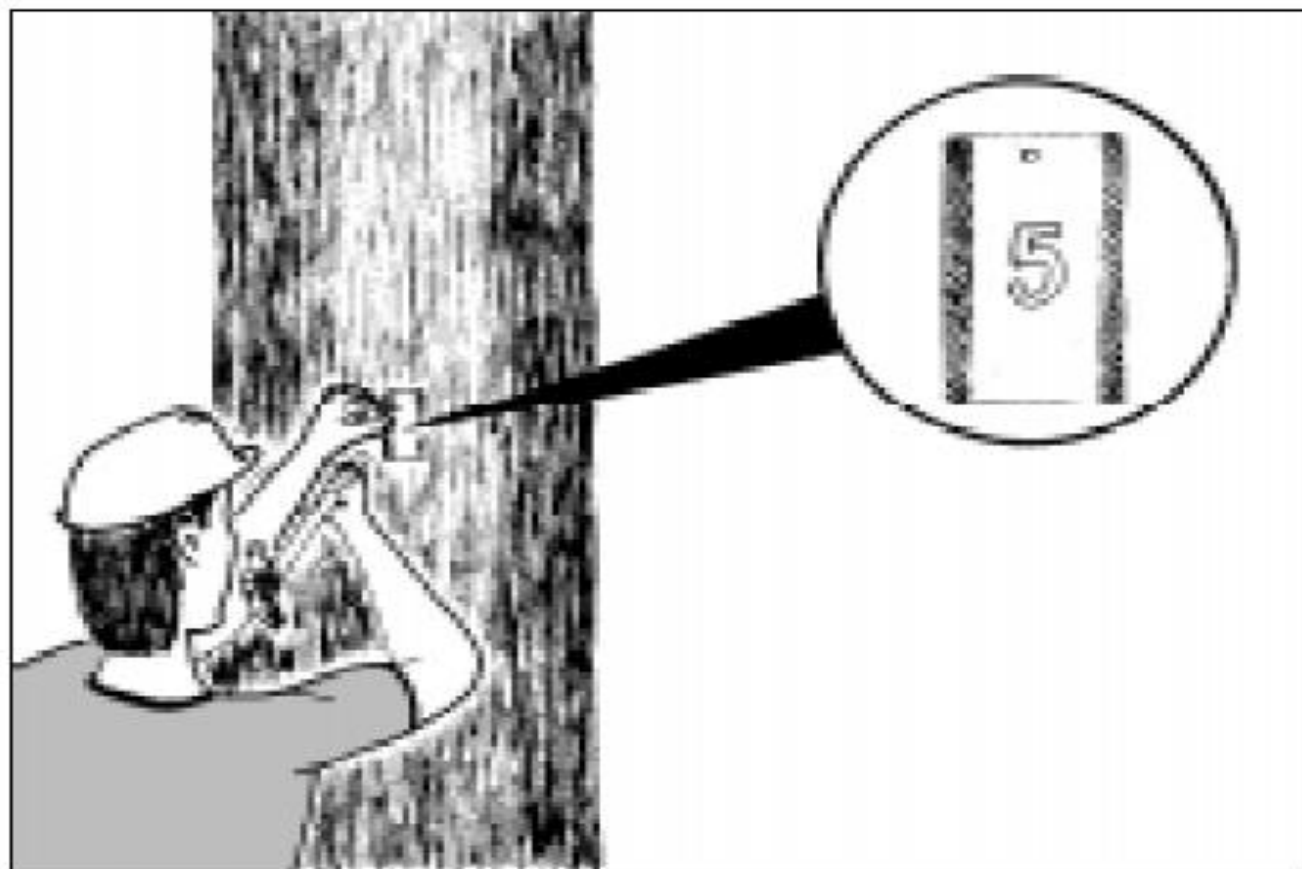
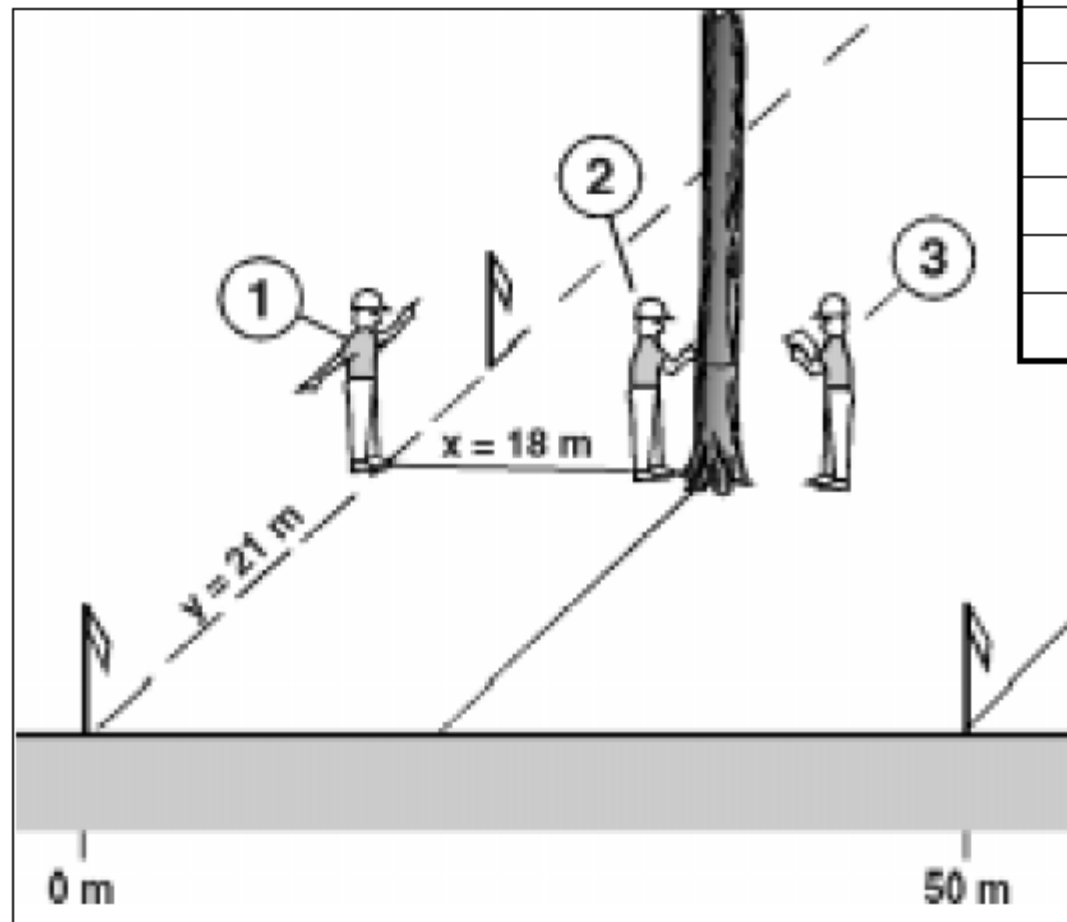


Figura 6. Plaqueta de alumínio na árvore.



Nº da árvore	Coord. X	Coord. Y	Nome comum da árvore
	18	21	

LEGENDA

1. Lateral
2. Identificador
3. Anotador

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

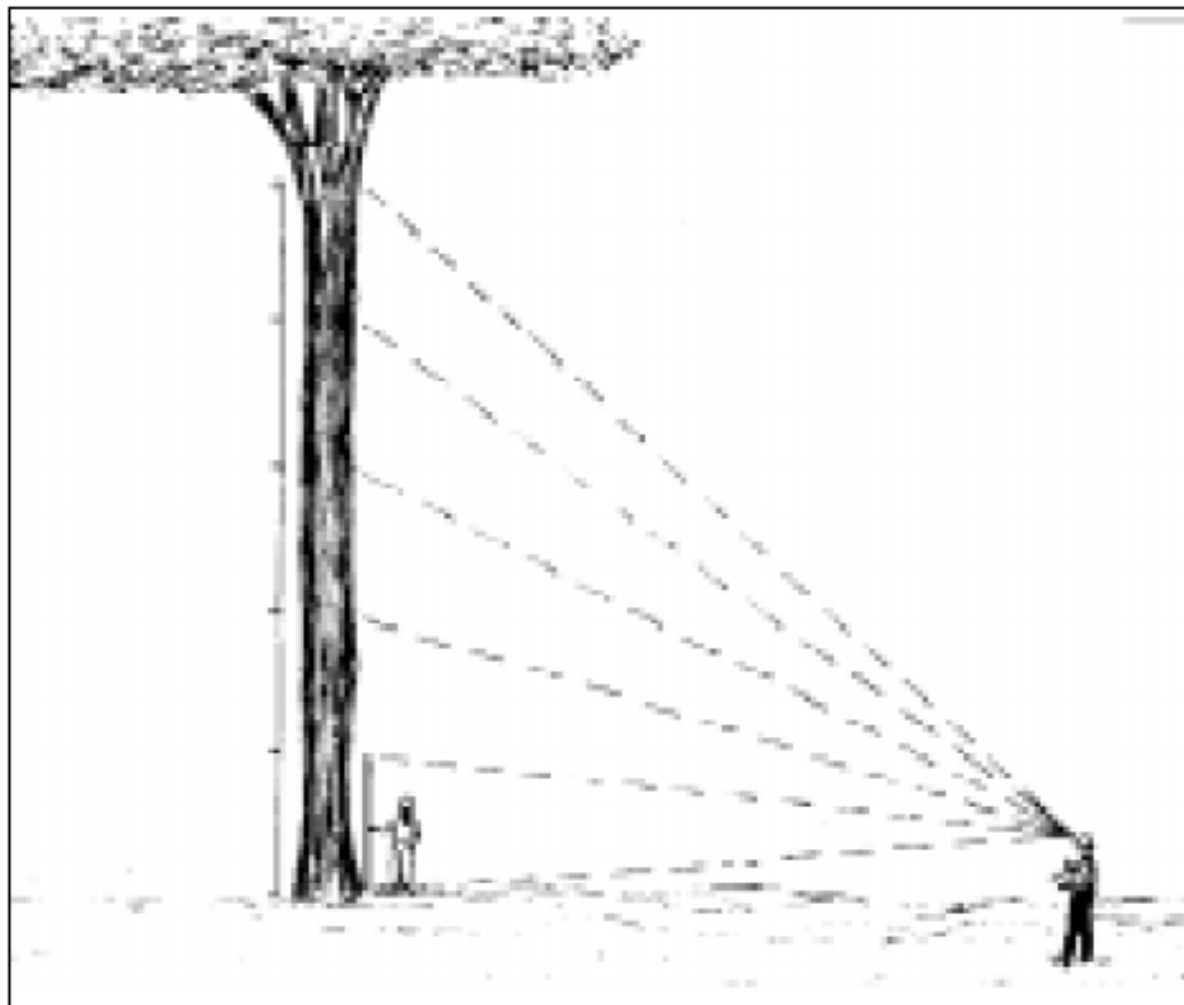


Figura 8. Estimando a altura do tronco.

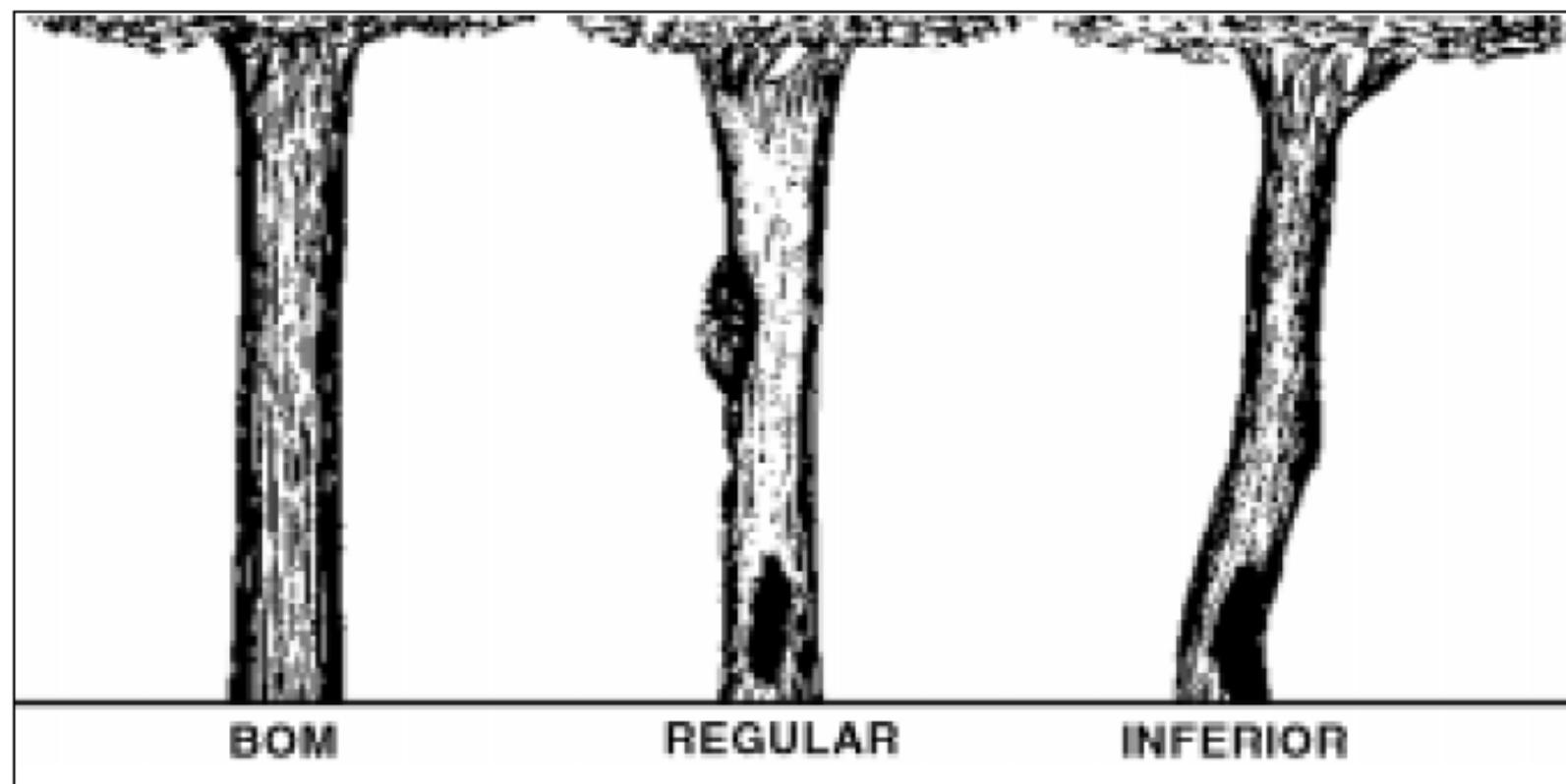


Figura 9. Classificação do tronco em termos de qualidade.

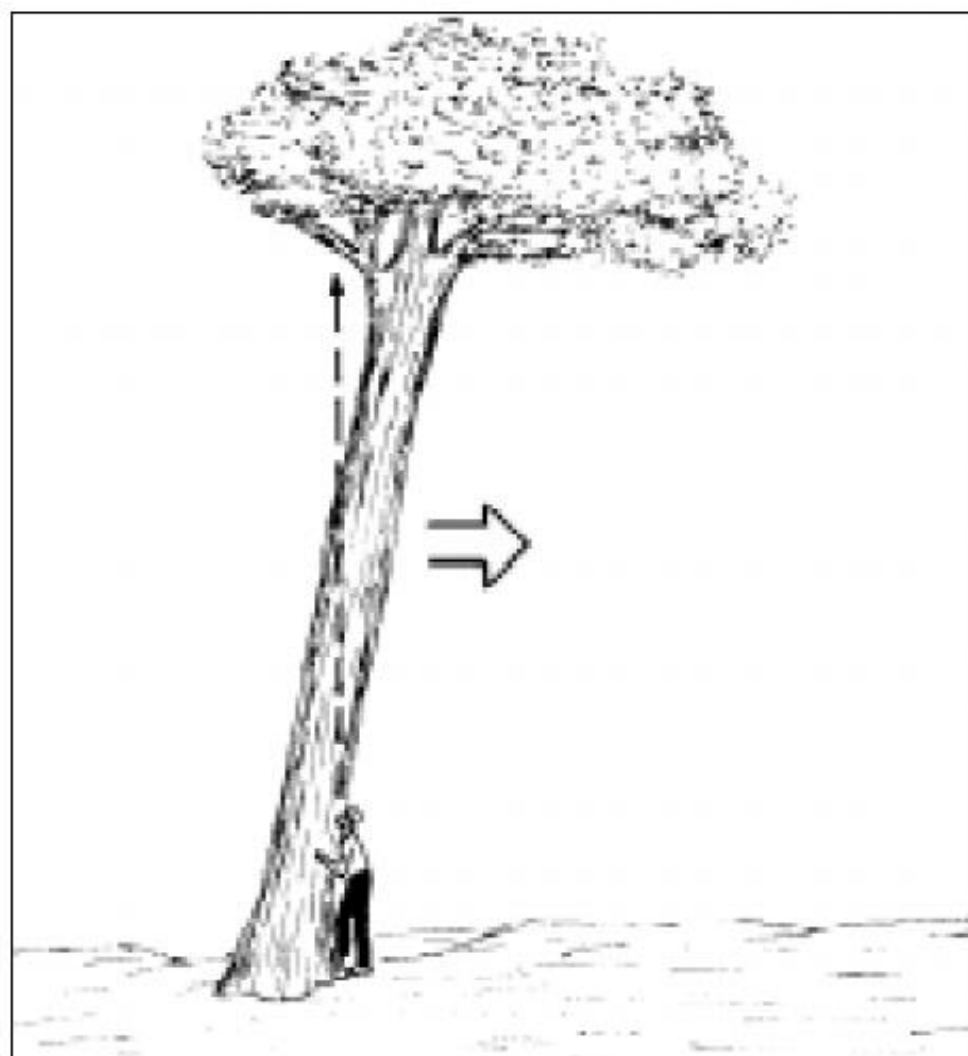


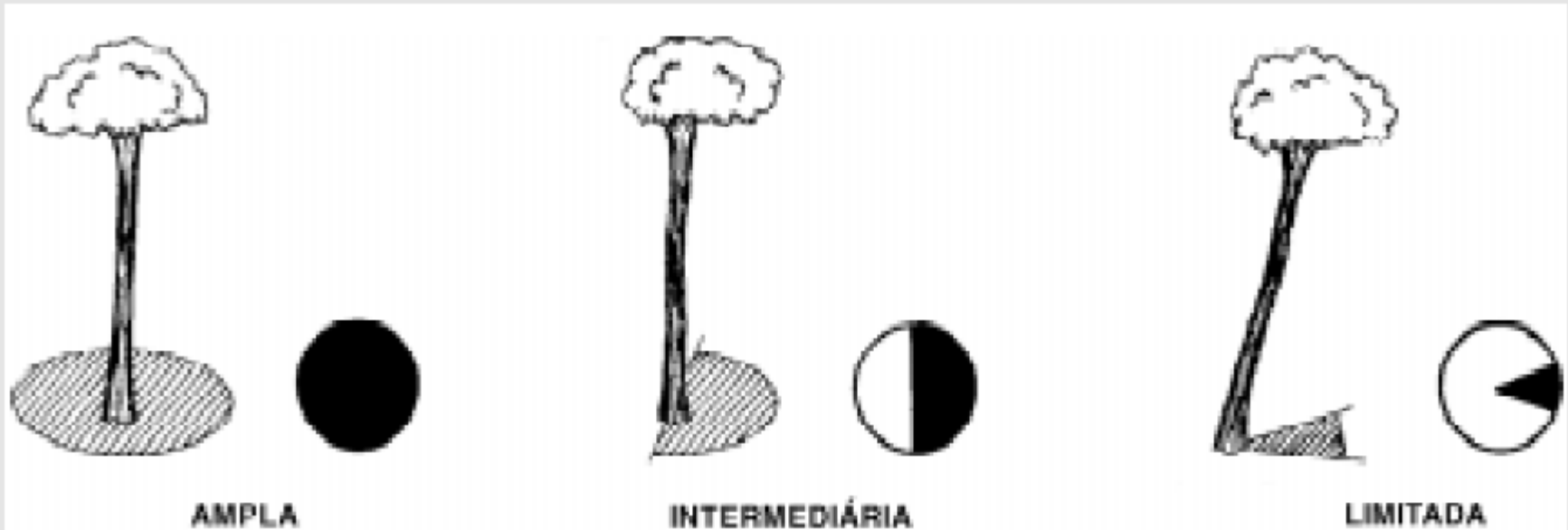
Figura 10. Avaliação da direção de queda.

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.

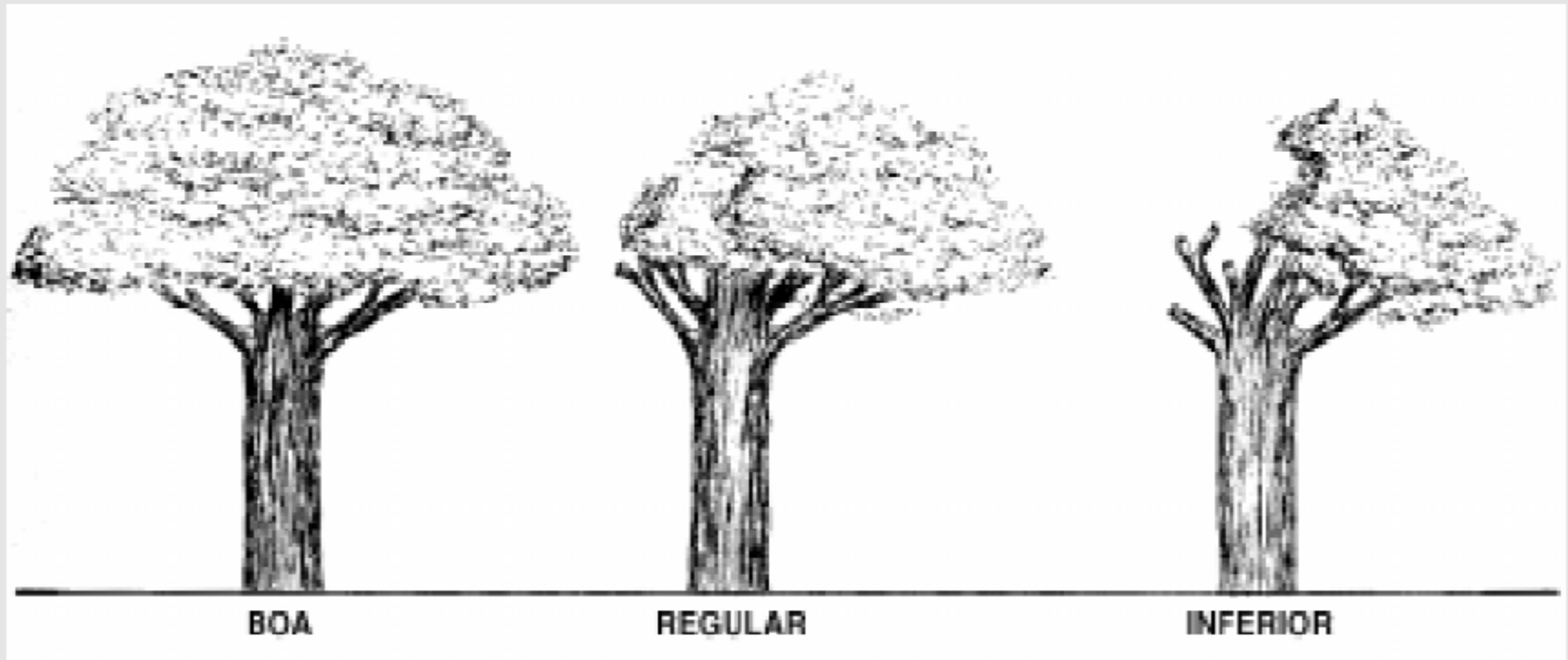


Figura 12. Classificação da copa.

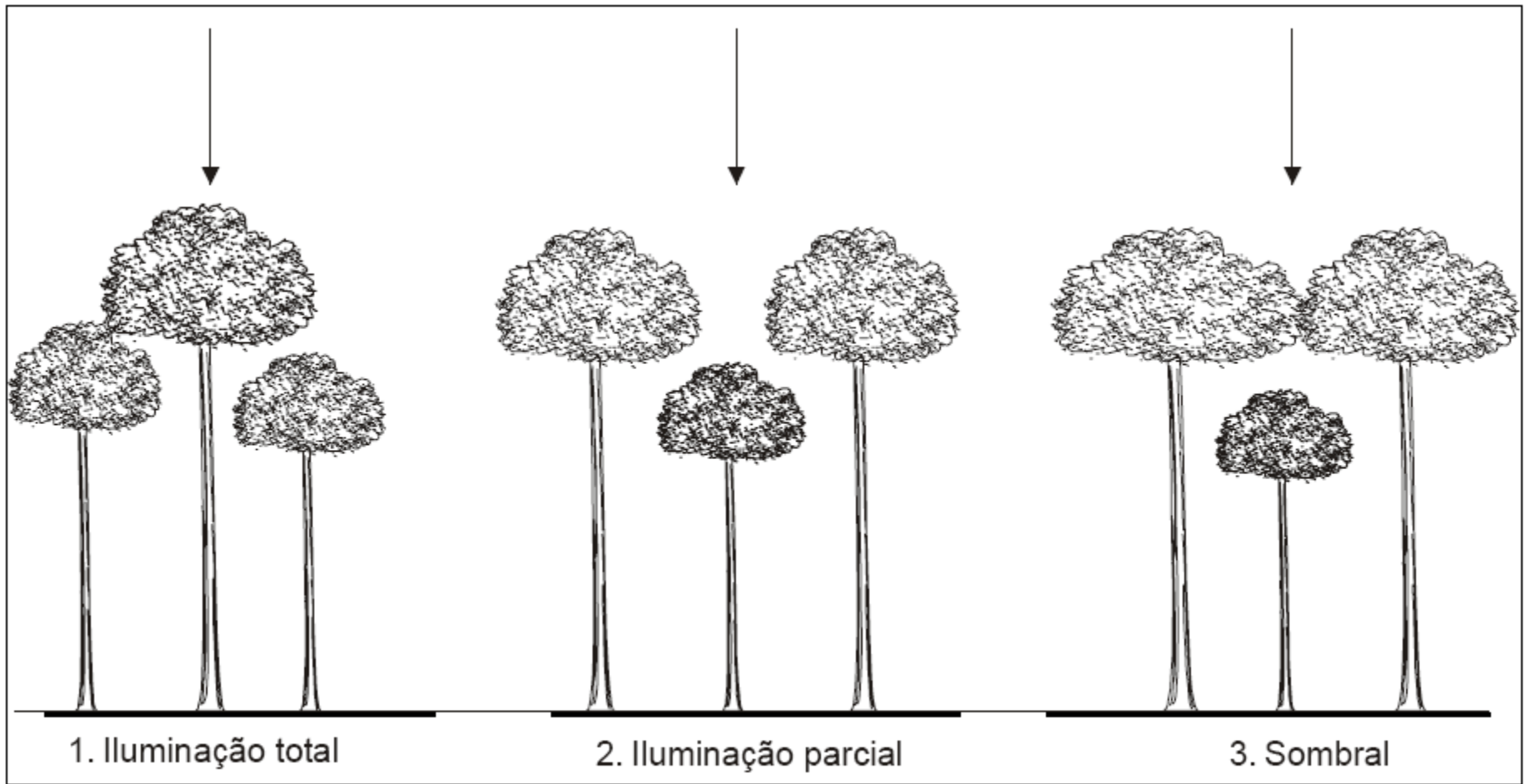


Figura 13. Classes de iluminação da copa.

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	Cacú	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.

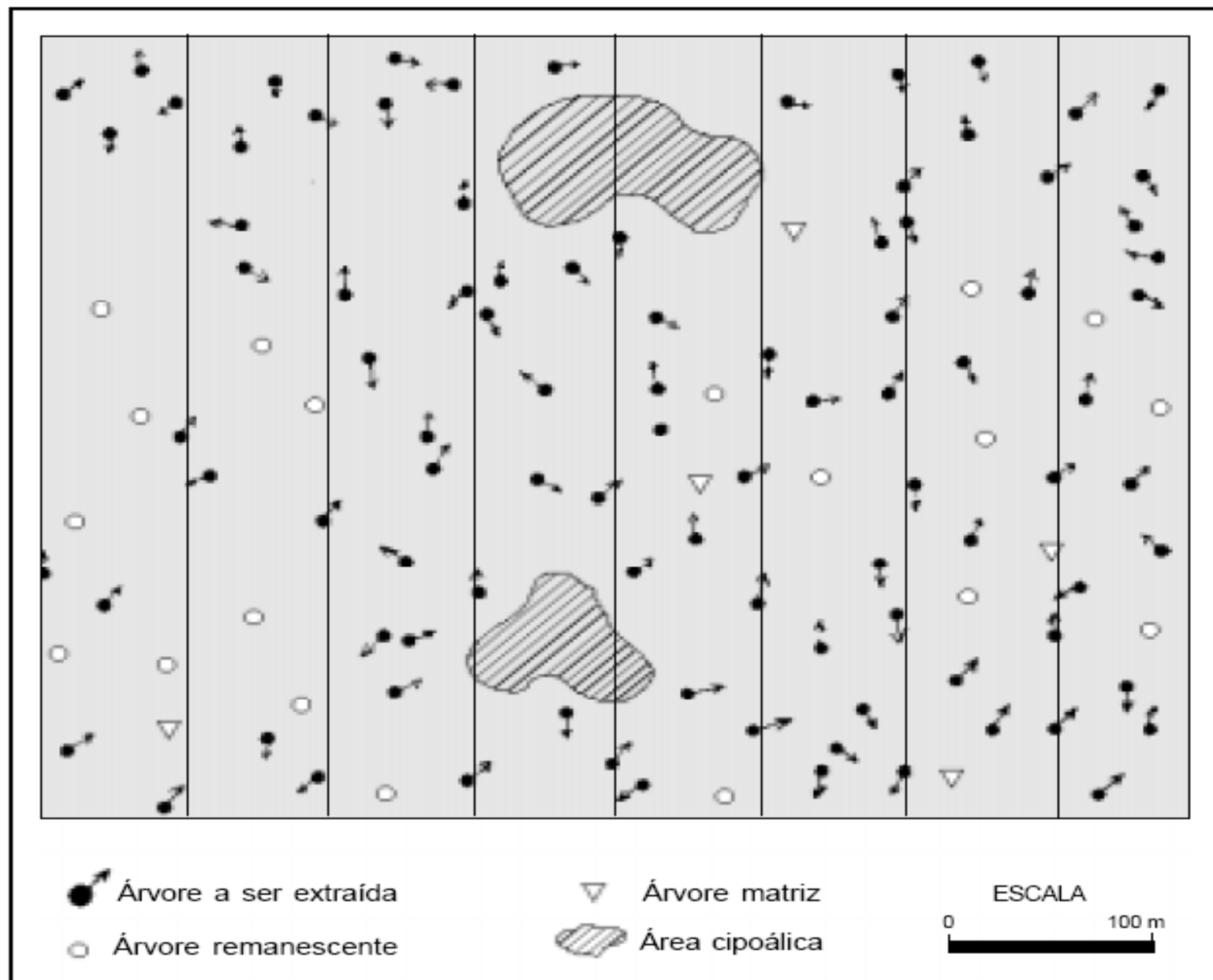


Figura 15. Elaboração do mapa do censo florestal.

FIM

Referências

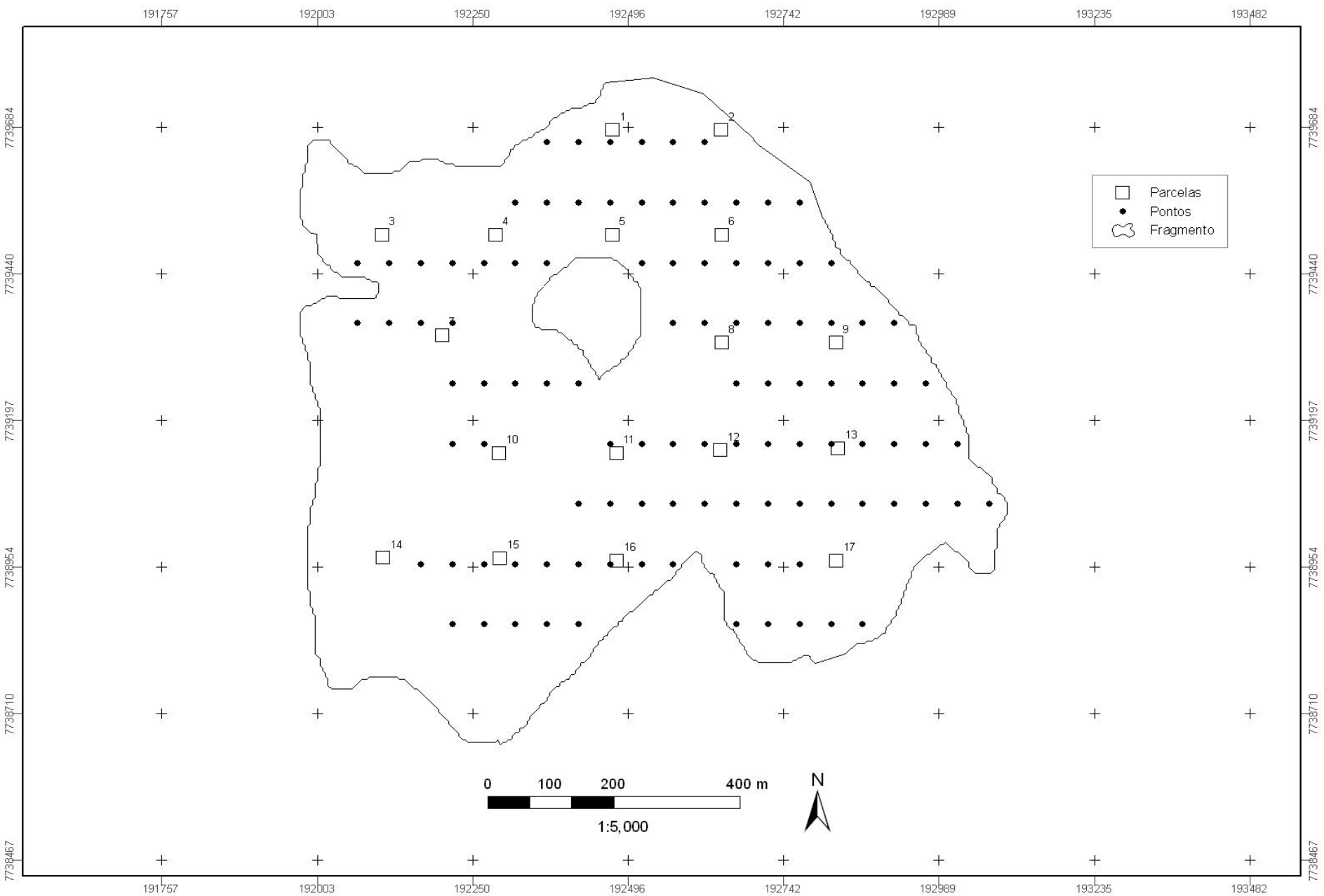
COTTAM, G., CURTIS, J.T. A method for making rapid surveys of woodlands by means of randomly selected trees. **Ecology**. Washington, v.30, p. 101-104, 1949.

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.](#)

