

**INSTITUTO DE FLORESTAS DO PARANÁ**

**MANUAL DE INVENTÁRIO FLORESTAL**

**Versão 1.0  
(11/05/2016)**

**CURITIBA  
2016**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DO INVENTÁRIO FLORESTAL .....	4
2.1. Intensidade amostral, limite de erro e precisão .....	4
2.2. Processo de amostragem .....	5
2.3. Método de amostragem .....	5
2.3.1. Locação das unidades amostrais .....	6
2.3.2. Dimensão das unidades amostrais.....	6
2.3.3. Acesso e Instalação das unidades amostrais .....	6
2.4. Medições a serem efetuadas .....	7
2.4.1. Circunferência à altura do peito (CAP) .....	7
2.4.2. Altura Total .....	8
2.4.3. Codificação das árvores .....	9
2.5. Cubagem das árvores .....	10
2.6. Ajuste de modelos para estimar altura e volume .....	10
2.6.1. Modelos para estimar altura (modelos hipsométricos) .....	10
2.6.2. Modelo para estimar o volume (modelo volumétrico) .....	11
3. AUDITORIA DO INVENTÁRIO .....	11
3.1. Intensidade de amostras auditadas .....	11
3.2. Localização das amostras.....	12
3.3. Medição dos dados dendrométricos.....	12
3.4. Critérios de aceitação do trabalho de campo .....	12
4. ESTRUTURA, FORMATO E CONTEÚDOS DOS RELATÓRIOS A SEREM ENTREGUES AO IFPR.....	12
4.1. Estrutura do Relatório .....	12
4.2. Formato de apresentação .....	13
4.3. Conteúdo.....	14
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema de locação de uma parcela. ....	7
<b>Figura 2.</b> Procedimentos de medição dos CAP/DAP das árvores. ....	8
<b>Figura 3.</b> Procedimento para medição da altura das árvores. ....	9

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Códigos de Qualidade.....	9
<b>Tabela 2.</b> Modelos de altura que devem ser avaliados para cada projeto. ....	11

## LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIações E SIGLAS

CAP	Circunferência a altura do peito (1,3 m)
DAP	Diâmetro a altura do peito (1,3 m)
$h$	altura total das árvores (m)
IFPR	Instituto de Florestas do Paraná
$R^2_{adj}$	Coefficiente de Determinação Ajustado
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento
SI	Sistema Internacional de Unidades
$S_{yx}$	Erro Padrão da Estimativa
UA	Unidades amostrais
UTM	Universal Transversa de Mercator
$v$	volume total (m <sup>3</sup> )

## 1. INTRODUÇÃO

O Instituto de Florestas do Paraná (IFPR), autarquia vinculada a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB), buscando formas de operacionalizar o uso de suas florestas plantadas, está delegando a iniciativa privada, por meio de concessão, áreas com plantios de *Pinus* spp. para serem manejadas. Para tanto, utilizará o inventário florestal para aferir valores que estatisticamente espelhem números confiáveis de volume total de madeira e sortimentos (m<sup>3</sup>). Este será empregado na gestão conjunta com as empresas que terão a concessão, visando assim, obter resultado financeiro positivo a partir dos recursos florestais.

Os motivos que levam a tomada de decisão de realizar o inventário florestal da área estão fundamentados segundo aspectos como: a determinação do potencial produtivo da floresta; mapear fatores bióticos e abióticos que tem influência na produção desta floresta; custos de produção ligados diretamente a questão econômica no caso de florestas plantadas; subsidiar as estratégias de manejo para gestão da produção sustentada, entre outros. O Inventário florestal visa obter informações sobre a quantidade e qualidade das florestas, com vistas à produção de madeira e outros produtos, utilizando-se de técnicas estatísticas de amostragem.

## 2. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DO INVENTÁRIO FLORESTAL

A metodologia para o inventário nas áreas de plantios de *Pinus* spp. do Instituto de Florestas do Paraná (IFPR) foi planejado e estruturado para atender os requisitos de limite de erro e precisão aceitáveis normalmente empregados em inventário florestais em todo o Brasil.

### 2.1. Intensidade amostral, limite de erro e precisão

A intensidade de amostragem ou fração de amostragem é a razão entre o número de unidades de amostra e o número total de unidades da população (CHACKO, 1965 citado por PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Em função do objetivo do trabalho, o qual é estimar o volume total de madeira (em m<sup>3</sup>) e sortimento em diversos produtos, definiu-se a intensidade

amostral de 1(uma) amostra a cada 10 ha, a qual, segundo resultados anteriores de inventário nas áreas de plantio do IFPR, é suficiente para obtenção de resultados com o limite de erro de  $\pm 10,0\%$  e probabilidade de confiança de 95%.

## **2.2. Processo de amostragem**

O processo de amostragem refere-se à abordagem da população sobre o conjunto de unidades amostrais (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). Para este trabalho definiu-se a adoção do processo de amostragem sistemática estratificada. Nesta metodologia, os estratos foram definidos como sendo porções de áreas que possuem florestas com características e tratamentos semelhantes. De acordo com Péllico Netto e Brena (1997), os objetivos da estratificação são reduzir a variância dentro dos estratos e os custos de amostragem, bem como aumentar a precisão das estimativas.

As unidades amostrais devem ser distribuídas sistematicamente em cada um dos estratos por meio de grides de coordenadas UTM, as quais devem constar no relatório final da empresa entregue ao Instituto de Florestas do Paraná.

Para os critérios de estratificação serão empregadas duas características: localização e ano de plantio. Embora o critério mais adequado para estratificação de plantios florestais deva se basear no sítio, este nível de informação é inexistente para as florestas do Instituto de Florestas do Paraná.

## **2.3. Método de amostragem**

Método de amostragem significa a abordagem da população referente a uma única unidade amostral (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). O método definido é o da Área Fixa. Neste método de amostragem, a seleção dos indivíduos é feita proporcionalmente à área da unidade e, conseqüentemente, à frequência dos indivíduos que nela ocorrem (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

### **2.3.1. Locação das unidades amostrais**

As unidades amostrais (UA) devem ser implantadas com auxílio de GPS, adotando o gride de coordenadas UTM predefinido, geradas pelas intersecções das linhas do referido gride.

### **2.3.2. Dimensão das unidades amostrais**

A unidade amostral será retangular de 600 m<sup>2</sup> (20 x 30 m) devendo ser devidamente demarcada conforme descrito no item 2.3.3.

### **2.3.3. Acesso e Instalação das unidades amostrais**

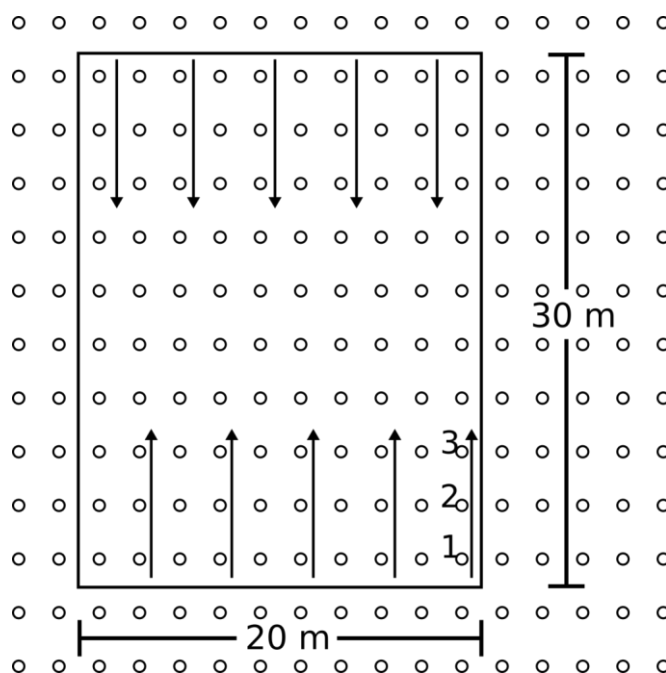
O acesso à parcela deve ser indicado na margem do talhão, com a marcação de três ou mais árvores sequenciais. Essas árvores indicam o caminhamo a ser seguido até a parcela, que deve ser perpendicular ao aceiro ou estrada.

Posteriormente, de posse de mapa com a locação das unidades amostrais e coordenadas em UTM as equipes de inventário, munidas de aparelho GPS, deverão localizar as parcelas com precisão em torno de 10 metros. Com intuito de facilitar a localização posterior pela equipe de auditoria de inventário, as unidades amostrais serão demarcadas em campo seguindo os seguintes critérios:

- a) Ao chegar à unidade, identifica-se com o GPS a posição da unidade fazendo a leitura das coordenadas e posteriormente, crava-se estaca de madeira sinalizando o centro.
- b) Para garantir que a posição e identidade de cada árvore não sejam perdidas, após o correto enquadramento da parcela, deve ser indicada a sequência de medição a partir da primeira árvore situada em um dos cantos da parcela, devendo ser marcadas as duas primeiras com um anel de tinta branca, na altura de 1,3 m; e
- c) As árvores que estiverem dentro da parcela, devem ser marcadas com um “corte de facão” em seu fuste.

O caminhamo dentro das UA deve ser realizado no sentido das linhas de plantio iniciando-se pela primeira árvore da linha até a última árvore desta,

voltando-se pela próxima à direita, no sentido contrário a anterior perfazendo um caminhamento em zigue-zague, conforme ilustrado na Figura 1.



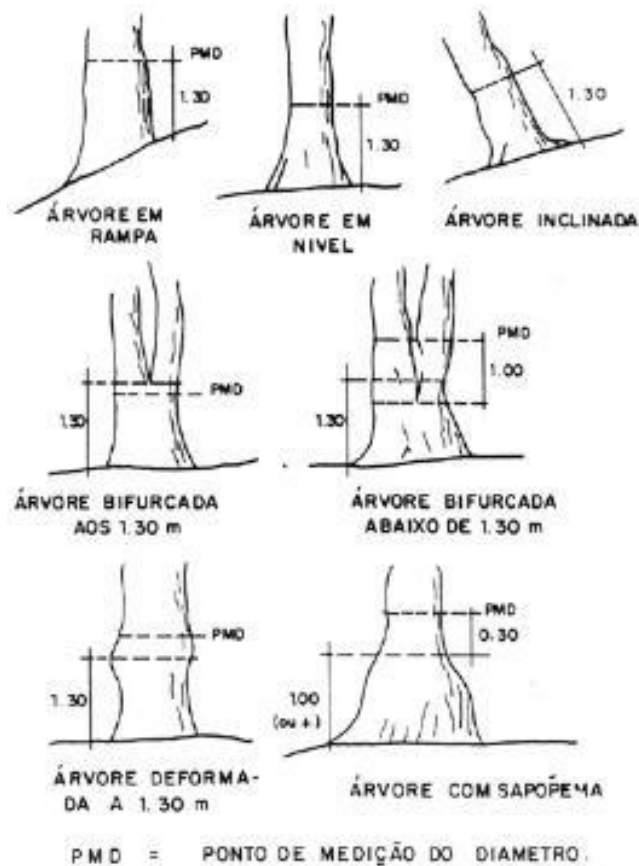
**Figura 1.** Esquema de locação de uma parcela.

## **2.4. Medições a serem efetuadas**

As medições a serem efetuadas na instalação das unidades amostrais são descritas nos itens a seguir. As informações deverão ser registradas nas fichas de campo, conforme o modelo fornecido pelo IFPR, o qual consta no ANEXO I.

### **2.4.1. Circunferência à altura do peito (CAP)**

Devem ser registrados todos os CAP das árvores da unidade amostral, com fita métrica. A medição deverá ser realizada a 1,3 m de altura, conforme Figura 2 e, para isso, deverá ser utilizada uma baliza para padronizar a altura de medição. O CAP de todas as árvores da unidade amostral deverá ser medido em centímetros, com uma casa decimal, e registrado na ficha de campo.



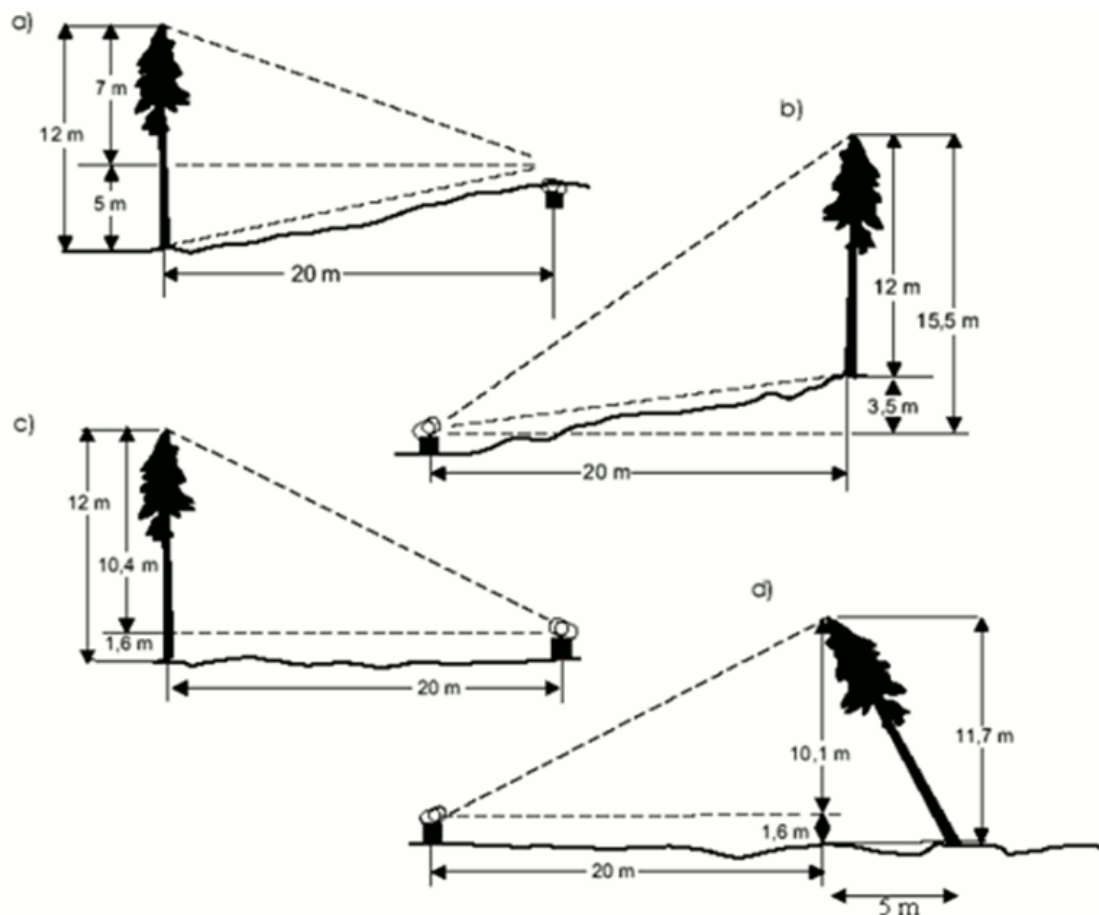
Fonte: MACHADO e FIGUEIREDO FILHO, 2003.

**Figura 2.** Procedimentos de medição dos CAP/DAP das árvores.

#### 2.4.2. Altura Total

Deverão ser medidas as alturas com hipsômetros (como por exemplo Suunto, Vertex, Blume Leiss ou HagLof) das 20 árvores iniciais, bem como também devem ser medidas as alturas das seis árvores de maior CAP livres de defeito (altura dominante), conforme a Figura 3. Todas as árvores cujas alturas serão medidas deverão ser marcadas com tinta branca, por meio de um meio anel no local onde for medido o CAP, com a finalidade de facilitar a auditoria.





**Figura 3.** Procedimento para medição da altura das árvores.

### 2.4.3. Codificação das árvores

A fim de avaliar as florestas de maneira qualitativa, todas as árvores deverão ser classificadas conforme a codificação apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Códigos de Qualidade

COD	Qualidade	Descrição
1	Morta em pé	Secas ou podres em pé
2	Bifurcada < 1,30m	Bifurcada abaixo de 1,30m de altura, mediu-se os diâmetros de mais de um tronco
3	Bifurcada > 1,30m	Bifurcada acima de 1,30m de altura, mediu-se apenas um CAP
4	Quebradas	Com parte do tronco quebrado
5	Inclinada	Árvores perfeitas, mas inclinadas
6	Dominantes	Árvores com maior CAP/DAP e isentas de defeitos
7	Pragas	Árvores que apresentam sintomas de ataque de pragas ou doenças (vespa da madeira, macaco prego, entre outros)

As árvores perfeitas e as falhas não necessitarão ser identificadas com códigos nas fichas de campo.

## **2.5. Cubagem das árvores**

Para obtenção das informações utilizadas no ajuste das equações de volume (item 2.6.2) devem ser cubadas 30 árvores escolhidas dentro dos diversos estratos para cada fazenda ou núcleo.

Deve-se empregar a metodologia proposta por Hohenadl, onde em cada árvore selecionada são tomadas medidas de altura total e diâmetro nas medidas relativas de 0,05 – 0,10 – 0,15 – 0,25 – 0,35 – 0,45 – 0,50 – 0,55 – 0,65 – 0,75 – 0,85 e 0,95% da altura total da árvore e, complementarmente, nas medidas absolutas de 0,00m, 0,10m, 0,30m, 0,70m e 1,30m (DAP), no intuito de expressar a maior variação de volume que normalmente ocorre na base das árvores.

As árvores devem ser selecionadas fora das unidades amostrais, evitando-se a bordadura dos talhões e necessariamente livres de defeitos tais como bifurcação

## **2.6. Ajuste de modelos para estimar altura e volume**

Em função de somente o CAP de todos os indivíduos das unidades de amostra ser medido e as outras variáveis serem tomadas apenas de alguns indivíduos (altura e o volume) é necessário o emprego de modelos para estimar a demais alturas e volume das árvores das parcelas.

### **2.6.1. Modelos para estimar altura (modelos hipsométricos)**

Para estimar a altura das árvores devem ser avaliados para cada projeto os modelos listados na **Tabela 2**

Os critérios de seleção para os modelos da **Tabela 2** devem ser o Coeficiente de Determinação Ajustado ( $R^2_{adj}$ ), o Erro Padrão da Estimativa ( $S_{yx}$  e  $S_{yx}\%$ ) e a avaliação do Gráfico de Resíduos.

**Tabela 2.** Modelos de altura que devem ser avaliados para cada projeto.

<b>Autor</b>	<b>Modelo</b>
Stofells	$\ln h = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln d$
Curtis	$\ln h = \beta_0 + \beta_1 \cdot 1/d$
Henriksen	$h = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln d$
Prodan	$h - 1,3 = \frac{d^2}{\beta_0 + \beta_1 \cdot d + \beta_2 \cdot d^2}$

em que:  $h$  = altura total das árvores (m);  $d$  = diâmetro a altura do peito (cm);  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_0$  = coeficientes da equação.

### **2.6.2. Modelo para estimar o volume (modelo volumétrico)**

O modelo volumétrico deve empregar os dados da cubagem rigorosa (item 2.5), sendo uma equação para cada fazenda ou núcleo. Devido a sua reconhecida robustez, somente o modelo de Schumacher deverá ser empregado. Este é apresentado a seguir.

$$v = \beta_0 \cdot d^{\beta_1} \cdot h^{\beta_2}$$

em que:  $v$  = volume total (m<sup>3</sup>);  $h$  = altura total das árvores (m);  $d$  = diâmetro a altura do peito (cm);  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_0$  = coeficientes da equação.

## **3. AUDITORIA DO INVENTÁRIO**

Com o objetivo de avaliar a precisão das informações coletadas pelas empresas com as concessões, o IFPR realizará Auditoria dos trabalhos de inventário. Nestas, os seguintes aspectos serão considerados:

- a) Localização das amostras;
- b) Marcação das amostras;
- c) Medição dos dados dendrométricos; e
- d) Qualidade do trabalho de campo.

### **3.1. Intensidade de amostras auditadas**

Serão auditadas cerca de 10% do total de amostras instaladas, sorteadas aleatoriamente, para verificar a amostragem realizada pelas equipes de inventário.

### **3.2. Localização das amostras**

Serão auditados os procedimentos de marcação de acordo com a metodologia prevista e apresentada no item 2.3.3 destas normas, sendo verificados os seguintes itens:

- a. Colocação da estaca no ponto correto
- b. Marcação das árvores iniciais
- c. Verificação da área da amostra
- d. Confirmação das coordenadas de instalação das UA

### **3.3. Medição dos dados dendrométricos**

Todas as árvores das amostras auditadas serão medidas, seguindo o mesmo procedimento definido neste manual. Os dados dendrométricos verificados serão o CAP e a Altura Total.

### **3.4. Critérios de aceitação do trabalho de campo**

Os limites de variação aceitáveis para os dados dendrométricos coletados cobrirão os seguintes critérios:

- a) Número de árvores na amostra: erro máximo 1% (por exemplo, máximo de uma árvore para cada 100 medidas)
- b) CAP: erro máximo 5% (por exemplo, uma árvore de 50 cm de CAP pode ter no máximo 2,5 cm de erro);
- c) Altura: erro máximo 10% (por exemplo, uma árvore com 10 metros pode ter no máximo 1m de erro).

## **4. ESTRUTURA, FORMATO E CONTEÚDOS DOS RELATÓRIOS A SEREM ENTREGUES AO IFPR**

Para melhor possibilitar compreensão do eu será explicitado nos relatórios técnicos, deverá haver padronização da estrutura, do formato e do conteúdo conforme as diretrizes apresentadas nos itens a seguir.

### **4.1. Estrutura do Relatório**

- 1) Elementos Pré-textuais

- a. Capa; e
- b. Folha de rosto
- 2) Ficha de identificação do relatório
  - a. Sumário;
  - b. Lista de ilustrações;
  - c. Lista de tabelas; e
  - d. Listas de símbolos, abreviaturas e siglas.
- 3) Texto
  - a. Introdução;
  - b. Descrição da execução do inventário
- 4) Resultados e discussão
- 5) Conclusões
- 6) Recomendações (opcional)
- 7) Elementos pós-textuais
  - a. Referências Bibliográficas; e
  - b. Anexos (opcional).

#### **4.2. Formato de apresentação**

A redação do relatório final deve ser objetiva, clara, coerente e seguir as regras gramaticais da língua portuguesa. Os relatórios devem ser apresentados nos seguintes formatos e configurações:

- a) Versão impressa e digital em Adobe Reader (.pdf), Word (.doc) e tabelas em Excel (.xls) de forma que se possibilite extrair e utilizar o dados do relatório;
- b) Folha A4 (210x297mm) branca, fonte Arial tamanho 12, espaçamento entre parágrafos 1,5, margem esquerda em 3 cm e demais em 2 cm e parágrafos justificados;
- c) Títulos em caixa alta, subtítulos apresentarão as letras inicias maiúsculas e ambos devem ser precedidos de indicativo numérico em negrito; e
- d) Unidades de medida devem apresentar-se de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI)

### 4.3. Conteúdo

O relatório final elaborado pela empresa deve conter no mínimo as seguintes informações:

- 1) Descrição detalhada do trabalho realizado, descrevendo inclusive os problemas encontrados, ocorrências, imprevistos e sugestões;
- 2) Descrição de todos os resultados obtidos nas medições por estrato e por parcela;
- 3) Demonstração dos coeficientes estatísticos obtidos conforme descrito neste manual; e
- 4) Relação da localização de todas as UA com respectivas coordenadas UTM.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: UFPR, 2003. 309 p.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: UFPR, 1997. v.1, 316p.

## ANEXO 1



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO  
Secretaria da Agricultura  
e Abastecimento



### FICHA DE CAMPO INVENTÁRIO FLORESTAL

<b>Município:</b>		<b>Nome da Fazenda:</b>	
<b>Nº da parcela:</b>	<b>Data da Medição:</b> ____ / ____ /20____	<b>Equipe de campo:</b>	
<b>Declividade (°):</b>	<b>Coordenada:</b> X ____ . ____ . ____ Y ____ . ____ . ____		
<b>Ano de Plantio:</b>	<b>Espécie:</b>	<b>Espaçamento inicial:</b> ____ x ____ m	

Nº	CAP (cm)	H (m)	Cod*
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			

Nº	CAP (cm)	H (m)	Cod*
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			

Nº	CAP (cm)	H (m)	Cod*
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			

<p>*COD: 1 - Morta em pé; 2 - Bifurcada &lt; 1,30m; 3 - Bifurcada &gt; 1,30m; 4 - Quebradas; 5 - Inclínada; 6 - Dominantes; 7 - Pragas.</p>
---