

AVALIAÇÃO DE ERROS NÃO AMOSTRAIS DAS VARIÁVEIS LOCAÇÃO (x_i, y_i) E DIÂMETRO (cm) EM INVENTÁRIOS COMERCIAIS A 100% NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ

**Ulisses Silva da Cunha¹
Sebastião do Amaral Machado²
Afonso Figueiredo Filho³**

RESUMO

Esta pesquisa originou-se de uma base de dados de dois inventários a 100% realizados em 1984 e 2000, sobre uma mesma área de 576 ha de floresta tropical primária, localizada na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA TAPAJÓS), Belterra, Pará. O objetivo foi avaliar os níveis de erros na obtenção de variáveis de locação (x_i, y_i) e diâmetro à altura do peito (DAP), com base nos inventários comerciais a 100% realizados em 1984 e 2000 na FLONA TAPAJÓS. Nos dois inventários, as circunferência à altura do peito (CAP) foram medidas com fita métrica, sendo que as alturas comerciais em 1984, foram medidas com o hipsômetro de Weise e, em 2000, estimadas com o uso de varas, o DAP mínimo em 1984 foi de 55cm para todas as espécies e, em 2000, foi adotado o DAP mínimo de 35cm. O erro médio global de medição do DAP (cm) para as 6 espécies analisadas variou de 2 a 5% e em termos de classe diamétrica variou de 8 a 17%. A pesquisa também mostrou que o nível global do erro médio de estimativa da distância até 5 metros foi de aproximadamente 14%, sendo que 41% do erro foi atribuído a distâncias que variaram de 5 a 10 metros e que cerca de 60% do erro se concentrou na distância acima de 10¹ metros. A avaliação do erro médio de estimativa das coordenadas (x_i, y_i) mostrou que o método utilizado em 1984 e o método atualmente adotado pela TREVISO na FLONA TAPAJÓS produziram resultados considerados satisfatórios para o planejamento do manejo florestal.

Palavras-chaves: Erro sistemático, completa enumeração, floresta amazônica

ABSTRACT

EVALUATION OF NO SAMPLING ERRORS OF THE VARIABLES LOCATION (x_i, y_i) AND DIAMETER (cm) IN COMMERCIAL INVENTORIES AT 100% IN THE NATIONAL FOREST OF TAPAJÓS, PARÁ, BRAZIL

This research originated from a base of data of 2 forest inventories at 100% carried out in 1984 and 2000 of a same area of 576 hectares of primary tropical forest, located in the National Forest of Tapajós (FLONA TAPAJÓS), Belterra, Pará, Brazil. The objective was to evaluate the levels of errors in obtaining the tree location (x_i, y_i) and diameter at breast height (DBH)-cm, basing on the commercial inventories at 100% accomplished in the two occasions. Circumference at breast height (CBH)-cm, were measured with metric

¹ Universidade Federal do Paraná. E-mail:uscfua@ig.com.br, ucunha@fua.br

² Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. PQ 1A - CNPq. E-mail:sammac@floresta.ufpr.br

³ Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. PQ 2B - CNPq. E-mail:afig@floresta.ufpr.br

Recebido para publicação em 2001.

tape in the two inventories. The commercial heights in 1984, were measured with the hipsometer of Weise and, in 2000, estimated visually with the use of sticks; minimum DBH in 1984 were of 55cm for all the species and, in 2000, minimum DBH of 35cm, was adopted. The global medium error of measurement of DBH (cm) for the 6 analyzed species ranged from 2 to 5%, and in terms of diametric class it varied from 8 to 17%. This research showed also that the global level of the average error of estimated of the distance until 5 meters was approximately 14%, being that 41% of the error was referred to distances that ranged from 5 to 10 meters, and that about 60% of the error concentrated in the distance over 10 meters. The evaluation of the average error of estimated of the coordinates (x_i, y_i) showed that the used method in 1984 and the adopted method by TREVISO in 2000, produced considered satisfactory result for the planning of the forest management.

Key words: Systematic error, complete enumeration, amazonian forest

INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional do Tapajós reúne um dos maiores acervos em pesquisas florestais da Amazônia, seja de natureza científica ou técnica. Mesmo considerando os avanços da pesquisa florestal na Amazônia durante a última década, vários componentes do ecossistema ainda necessitam ser investigados. Como exemplo, pode-se citar a falta de um melhor conhecimento sobre dinâmica florestal, o qual depende de um período mais longo de observação, quase sempre exigindo o estabelecimento de parcelas permanentes.

Apesar de serem mais eficientes para estudos de dinâmica e mudanças estruturais em uma floresta, nem sempre existem dados disponíveis de parcelas permanentes com a qualidade exigida para o desenvolvimento de modelos, pois, em muitos casos, existem problemas na condução e acompanhamento das medições, perda de dados, abandono total ou parcial ou até eventuais distúrbios naturais sobre determinadas parcelas dificultando o controle e recuperação de dados.

A busca de fontes alternativas de obtenção e geração de dados para análise deve ser um desafio constante dos pesquisadores. Neste sentido, considerando que normalmente os inventários a 100% em escala comercial podem abranger áreas em módulos de 50, 96, 100 ou mais hectares, a

disponibilidade de dados em áreas desse porte, é um aspecto positivo em termos de potencial de pesquisas.

Evidentemente, ainda existem falhas e/ou erros grosseiros em muitos inventários, principalmente, nos inventários pré-exploratórios. Hoje, grande parte do empresariado do setor madeireiro já aceita fazer o inventário a 100% e reconhece a sua importância, principalmente como instrumento de planejamento, controle e execução das atividades do manejo florestal, porém algumas empresas ignoram a importância de se medir as circunferências à altura do peito (CAP) com fita métrica, sustentando o argumento de baixa produção e maior custo nos inventários dessa natureza. Deixar de medir as CAP com fita métrica, reflete negativamente na impossibilidade de se avaliar os aspectos qualitativos essenciais para se conhecer a variabilidade estrutural dos componentes de uma floresta, sem o que muitas pesquisas deixam de ser viabilizadas.

De todos os erros envolvidos na medição do DAP, a posição de medida é a mais importante por variar em cada ocasião nos inventários comerciais e por ser fixa em remedições de parcelas permanentes.

O objetivo foi avaliar os níveis de erros não amostrais na obtenção das variáveis localização (x_i, y_i) e DAP (cm) com base nos inventários comerciais a

100% realizados em 1984 e 2000 na FLONA TAPAJÓS.

MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada na pesquisa (Figura 1), é quadrada com 2,4 km de lado, tem 576 ha, compõe-se de 6 blocos contíguos de 96 ha de floresta primária, cada um medindo 800 m no sentido leste-oeste e 1200 m no sentido norte-sul e faz parte da Floresta Nacional do Tapajós (FLONA TAPAJÓS), que tem 600.000 ha e está situada entre os paralelos de 2° 40' a 4° 10' de latitude sul e os meridianos de 54° 45' a 55° 30' de longitude oeste de Greenwich, município de Belterra, Pará.

As atividades de manejo florestal na referida área, foram realizadas em 2001, como parte do programa piloto para a proteção das florestas tropicais Brasileiras, executado pela TREVISIO AGROPECUÁRIA LTDA, através de Convênio de Cooperação entre o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

(IBAMA) e a International Tropical Timber Organization (ITTO), em andamento desde 1999.

De acordo com RADAMBRASIL (1976), predominam na área, os latossolos amarelos distróficos com diferentes texturas, profundos, ácidos, friáveis, onde ocorre a floresta densa. Como variação, tem-se também o latossolo amarelo distrófico plúntico de textura média e argilosa, os solos concrecionários lateríticos indiscriminados distróficos e areias quartzosas distróficas. Estes solos ocorrem em diversos tipos de relevo, variando desde plano a forte ondulado, sob vegetação de floresta densa e são originados a partir de sedimentos do Terciário.

A floresta ombrófila densa, subdividida pelos quadrantes ecológicos (litologia, morfologia e clima), em termos de aspectos fisionômicos e florísticos, caracterizam a tipologia florestal dominante na região. Apresenta-se, também, na área uma fisionomia florestal densa, com indivíduos emergentes, ocupando as áreas aplainadas dos platôs do Xingu-Tapajós, caracterizada não só por apresentar alto volume por unidade de área, como também pela

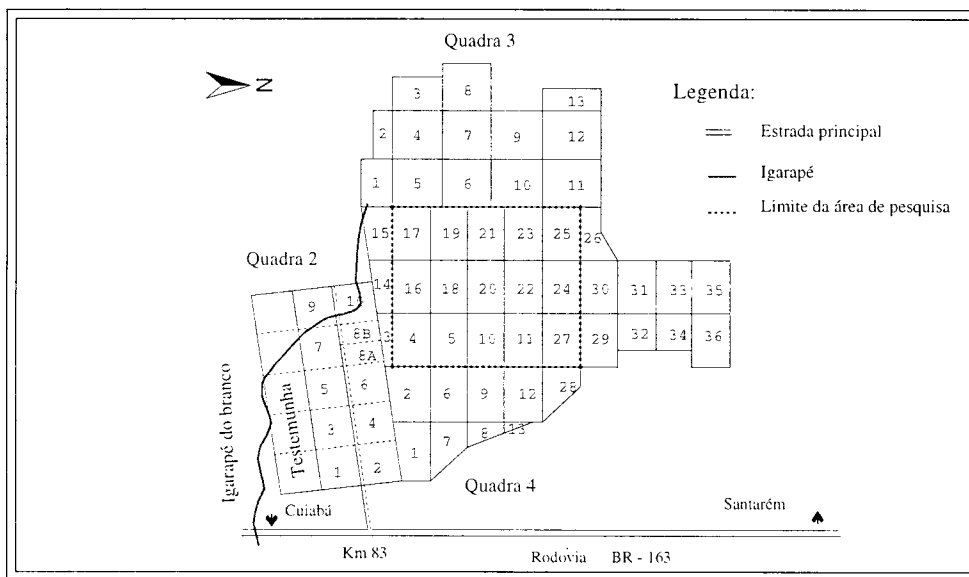


Figura 1. Localização e delimitação da área de pesquisa. Fonte: FUPEF (1984); IBAMA & PNUD (1997).

Figure 1. Location and delimitation of the research area. Source: FUPEF (1984); IBAMA & PNUD (1997).

presença de espécies de alta cotação de preços nos mercados externo e interno (IBAMA/PNUD, 1997).

Os dados para esta pesquisa são provenientes de duas fontes distintas, mas sobre a mesma área: 1) Inventário a 100% (FUPEF, 1984) e, 2) Inventário a 100% (TREVISÓ, 2000). Em 1984, as equipes da FUPEF percorreram as linhas de inventário distribuídas a cada 100m, cobrindo sempre o lado de uma das faixas de 50m dispostas no sentido norte-sul.

Em 2000, as equipes da TREVISÓ percorreram as linhas de inventário distribuídas a cada 50m, com o caminhamento simultâneo de 2 equipes por linha, recobrando 2 faixas laterais internas de 25m, ora se deslocando para dentro e para fora da linha base situada em posição frontal às linhas de inventário.

Os dois inventários foram previamente processados e, a partir das coordenadas de locação das árvores (x_i , y_i) elaborou-se dois tipos de mapas por espécie objetivando cruzar informações que permitissem recuperar por diferença diamétrica, numeração sequencial e propriedade de vizinhança, a mesma árvore abordada pelos dois inventários. O primeiro, contendo informações sobre o DAP (cm) de cada indivíduo e, o segundo, contendo a numeração atribuída pelas equipes em cada inventário. Inicialmente, procurou-se identificar e marcar os pares de árvores mais próximas, observando-se e comparando-se os DAP medidos nas duas ocasiões. Em seguida, os pares marcados foram transferidos para o segundo mapa, contendo a numeração dos dois inventários. O passo seguinte, consistiu na ordenação dos dados árvore-a-árvore, de acordo com a respectiva numeração em cada ocasião, visando permitir visualizar o comportamento das mesmas variáveis durante o período 1984-2000.

Nos dois inventários as circunferências à altura do peito (CAP) foram medidas com fita métrica, sendo que as alturas comerciais em 1984, foram medidas com o hipsômetro de Weise e, em 2000, estimadas com o uso de varas; o DAP mínimo em 1984 foi de 55cm e em 2000, foi adotado o DAP mínimo de 35cm.

Em 1984 foram inventariados 100% dos indivíduos com DAP³55cm, o que permitiu que 210 espécies fossem identificadas. Em 2000, foram inventariados 100% dos indivíduos com DAP³35cm, à exceção de 30 espécies estabelecidas num acordo técnico entre IBAMA/TREVISÓ, dentre as quais destacam-se Envira preta (*Gatteria poeppigiana* Mart.) e Tachi preto (*Tachigalia paniculata* Aubl.).

Segundo Silva (2000), a identificação dos inventários florestais baseados apenas em nomes populares, pode causar confusão e até erros irreparáveis, pois geralmente são denominações que variam de uma região para outra e até dentro da mesma região, devendo merecer atenção especial por parte de quem as utiliza, principalmente em processos de comercialização. Apesar do trabalho adicional de identificação de parte do material botânico em ambos os inventários por herbários especializados, considerou-se que este não seria suficiente para assegurar uma identificação sem falhas, razão pela qual preferiu-se restringir a análise a poucas espécies cujas características são de domínio por mateiros da região.

Para as análises, foram escolhidas as seguintes espécies: 1) Acariquara (*Minquartia macrophylla* Ducke); 2) Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.); 3) Castanheira (*Bertholletia excelsa* Humb e Bonpl.); 4) Cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.); 5) Maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke); 6) Tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.). A presente lista é composta por espécies de importância comercial aparentemente sem problemas de identificação, conforme relatado por EMBRAPA (2000). O principal critério de escolha baseou-se na facilidade de identificação por mateiros da região, tendo sido considerado que nas duas ocasiões, diferentes mateiros não tiveram problemas na identificação.

Preferiu-se utilizar a mediana do DAP ($d_1, \dots, d_{med}, \dots, d_n$) ao invés da média aritmética nas análises de incremento, com base nas seguintes justificativas demonstradas por Mosteller & Tukey (1977): i) o uso da média aritmética deve ser precedido de análise exploratória, quando o tipo de dados

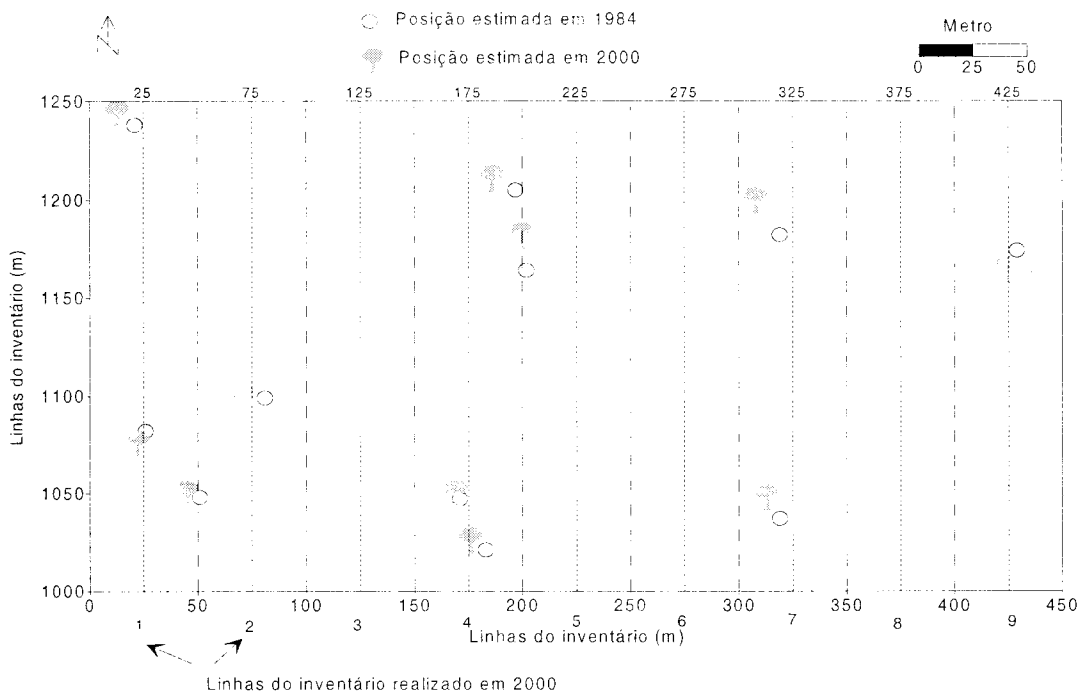


Figura 2. Ilustração da posição estimada de árvores de Acariquara (*Minquartia macrophylla* Ducke) na 1ª e 2ª ocasião (1984 e 2000).

Figure 2. Picture of the estimated position of Acariquara (*Minquartia macrophylla* Ducke) trees in the 1th and 2th occasions (1984 and 2000).

apresentar *outliers* (valores discrepantes) ou quando por conveniência, for requerida a linearidade; ii) a média aritmética pode apresentar estimativas com tendências para dados que não seguem uma distribuição normal e. iii) por ser comprovadamente o protótipo de uma medida resistente, a mediana é usada com alta eficiência na maioria das situações de análise exploratória e quando os dados não seguem uma distribuição normal, o que reflete o caso de algumas variáveis em florestas tropicais.

Para o cálculo das medianas os dados foram organizados em classes de área, dividindo-se a área de 576ha em módulos de 4 ha, cujo tamanho foi considerado adequado por permitir gerar um total de 144 observações potenciais para uso nas análises. Em cada módulo amostral foi calculada a mediana do diâmetro e seu respectivo incremento periódico.

No método de cálculo das distâncias, utilizouse as distâncias entre vizinhos mais próximo, o que fez com que a distância média refletisse os espaços lineares formados dentro de grupos de indivíduos, ou seja, a média não computou as distâncias entre os agrupamentos de árvores. A vantagem dessa forma de cálculo é que os espaços vazios não interferem no resultado da média, permitindo que em situação real de campo cada árvore estabeleça inter-relações com os demais indivíduos no entorno da sua área de ocorrência.

Segundo Lewis (1977), variáveis aleatórias não são confinadas a uma dimensão. Situações em que duas ou mais dimensões revelam variáveis aleatórias são comuns. Por exemplo, pode-se avaliar a temperatura da água e o carbonato de cálcio em suspensão em vários locais ao longo de um rio.

Locação é freqüentemente tratada como uma

quantidade. Deve-se medir a locação sobre uma escala padrão de distância. Pode-se dizer que A e B têm a mesma locação referindo-se à medida. Como pode-se dizer que A e B têm a mesma locação referindo-se a classe, em termos de um conjunto de convenções para medir as relações locacionais desses objetos.

Em mapas padronizados, usando-se a mesma escala de distância sobre cada eixo, a locação torna-se equivalente à posição e é definida unicamente como uma quantidade vetorial. Vetores não são números no sentido ordinário, porque consistem de pares de números ordenados no caso de um espaço bidimensional.

A estatística descritiva e o teste de duas amostras por *Bootstrap* com aleatorização foram usados na inferência do erro do DAP e da estimativa visual da distância entre indivíduos nas duas ocasiões. Segundo Steve (1999), o p-valor é um guia probabilístico usado para decidir se uma diferença observada é inteiramente devida a influências não aleatórias. Para Hill et al. (1999) quando o p-valor de um teste de hipótese é menor do que o valor escolhido de α . Segundo Steve (1998), a questão central em análise estatística é a avaliação da precisão da estimativa de valores calculados a partir de dados amostrais.

Somente poucos estimadores tais como a média amostral possuem fórmulas exatas para estimar sua variabilidade amostral associada. O desenvolvimento de fórmulas de variância para estas estimativas usualmente exigem teoria estatística, aproximações matemáticas, condições restritivas e, em alguns casos, são impossíveis de derivar. Por exemplo, estimação de máxima verossimilhança frequentemente exige um modelo específico para obter estimativas e seus erros padrões.

Uma abordagem de estimação *Bootstrap* utiliza métodos com base computacional para fornecer estimativas e medidas de precisão, principalmente erro padrão e intervalos de confiança, sem modelos teóricos ou condições restritivas sobre a estrutura da população amostrada.

Steve (1998) define que um teste para duas

amostras com aleatorização por *Bootstrap* produz uma distribuição da diferença das médias porém sob a hipótese de que não existe diferença entre as duas populações amostradas.

Em vez de reamostrar cada uma das duas amostras, o procedimento da aleatorização requer que as amostras originais sejam combinadas. Uma vez que as amostras são combinadas, uma amostra de n_1 observações é aleatoriamente selecionada, restando n_2 observações tal que $n = n_1 + n_2$, ignorando completamente a classificação binária da variável.

Em ambos os casos a diferença entre a média dos valores selecionados baseados em n_1 e a média dos valores não selecionados baseados em n_2 é calculado. A diferença entre os valores destas duas médias é devida estritamente à variação aleatória.

Uma série destas diferenças aleatórias produz um desenho da distribuição da diferença da média quando a hipótese de que não há diferença é verdadeira. Tal distribuição é chamada de distribuição nula.

As análises estatísticas foram precedidas de análise exploratória de dados (AED) em virtude de duas razões principais: 1) suspeita de possíveis erros de medição do DAP e, 2) presença de *atliers* decorrentes dos processos de medição utilizados ou devidos à variação biológica dos fatores de sítio como solo, espécie e outros.

Barnett & Lewis (1995), definem *atlier* em um conjunto de dados como sendo uma observação que parece ser inconsistente com o conjunto de dados remanescentes. Os *atliers* podem indicar várias coisas importantes sobre um modelo: i) modelo incompatível com os dados; ii) omissão de variáveis importantes. Quaisquer *atliers* são sempre valores extremos ou relativamente extremos em uma amostra. Segundo S-Plus (1997), qualquer observação com posição num *box plot* superior a 1,5 intervalos interquartis é um possível *atlier*.

A rotina do S-Plus (1997) foi utilizada para testar a hipótese de que existe diferença entre as médias nas duas ocasiões, usando o teste de duas amostras por *Bootstrap* com aleatorização:

```
attach(mass)
#atype contém n1 observações de mass
#btype contém n2 observações restantes de mass
atype<-mass$mass1
btype<-mass$mass2
d<-c(atype,btype)
#aleatorização -- distribuição nula
iter<-5000
difbar<-NULL
for (i in 1:iter) {
v<-sample(1:length(d), length(atype),replace=F)
difbar[i]<-mean(d[v])-mean(d[-v])}
quantile(difbar.seq(0,1.0.1))
dmean<-mean(atype)-mean(btype)
p<-sum(ifelse(difbar>dmean,1,0))/iter
cat(diferença observada=, round(dmean,3),\n,
p_valor (teste de aleatorização)=, round(p,4),\n)

```

Para Draper & Smith (1981), rejeição automática de *outliers* não é um procedimento correto e as regras propostas para rejeição de *outliers* devem incluir a reanálise sem essas observações, as quais, dependendo das circunstâncias, podem ser portadoras de informações vitais dos indivíduos de uma população.

Fez-se a análise de dados por processo de monitoramento visando revelar *outliers* através de técnicas gráficas como *stem-and-leaf* (tronco-e-folhas) e *box plot* (caixa-de-bigodes). Adotou-se também o critério preconizado por Barnett & Lewis (1995), os quais consideram que nem toda observação extrema é um *outlier* e que o efeito de um *outlier* é sua influência sobre a estimativa dos parâmetros no modelo.

Os prováveis erros de medição removidos com o auxílio do gráfico *stem-and-leaf* foram usados para avaliar o erro de medição do DAP (cm), pois, o *stem-and-leaf* é usado para organizar e sumarizar valores numéricos produzindo uma figura compacta das propriedades de um conjunto de dados sem teoria elaborada. Por regra, a função *stem* () no S-Plus (1997), considera qualquer ponto que exceder a 2 intervalos interquartis, a partir do quartil mais próximo, como um valor extremo. Todavia, esse valor pode variar, dependendo do programa estatístico utilizado. Em S-Plus (1997), a opção *fence* de *stem* () permite personalizar o valor para detecção de valores

extremos.

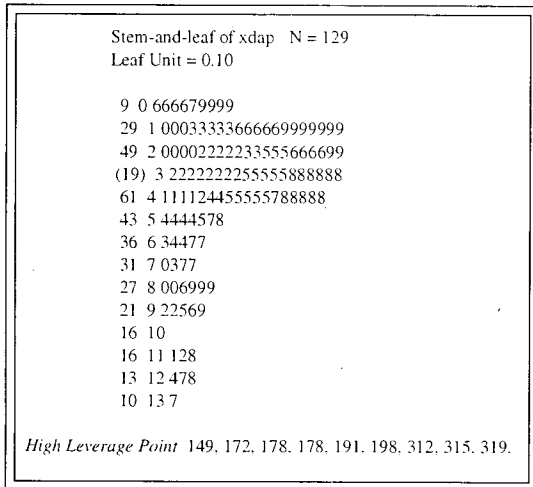
O *box plot* é uma excelente ferramenta por permitir visualizar a locação, a dispersão, a simetria, o peso das caudas e os *outliers* independente da forma da distribuição de um conjunto de dados. Além disso, o *box plot* é construído com base na mediana e nos quartos associados à coleção de dados, o que o torna resistente a valores perturbadores dentro das barreiras de outliers e atraente em análise exploratória de dados (Hoaglin et al. 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma melhor visualização das principais diferenças entre os incrementos periódicos por classes de DAP (cm) e possíveis *outliers*, construiu-se os *box plot* por espécie em três níveis: 1) sem tratamento; 2) organização dos dados por classe de mediana e, 3) com remoção de observações extremas através de *stem-and-leaf*, conforme se procurou ilustrar no Quadro 1 e Figura 3.

De acordo com os *high leverage points* indicados no Quadro 1, foram eliminados da base de dados inicial da Acariquara todos os valores acima de 14,8 cm de incremento periódico em diâmetro, com redução de 131 para 122 observações individuais e de 81 para 74 observações computadas pela mediana.

Observou-se que os potenciais *outliers* podem ser devidos à diversidade biológica dos fatores de crescimento e competição característicos de uma floresta em estágio clímax, ou podem ser erros de medição. Tanto a variabilidade biológica quanto o erro de medição, são comuns em levantamentos deste tipo, tornando-se difícil discriminar os erros de medição, pois, alguns tipos de *outliers* são inerentes da população. Neste caso, dispõe-se da possibilidade de identificar os *outliers* mais severos através da detecção das observações extremas reveladas pelo gráfico de tronco-e-folhas. Isso permitiu remover uma parte significativa dos prováveis erros de medição, mantendo-se os demais



Quadro 1. Ilustração do modo de exibição do gráfico *stem-and-leaf* da Acariquara (*Minquartia macrophylla* Ducke).

Squar 1. Picture of the exhibition way of the graph *stem-and-leaf* for Acariquara (*Minquartia macrophylla* Ducke).

outliers na análise.

De acordo com a Figura 3(a), os valores extremos estão presentes em todas as classes, exceto a classe ≥ 80 . A comparação por contraste entre os gráficos 3(a) e 3(b) permite inferir que a simples ordenação dos incrementos em classes de área com base na mediana, foi suficiente para promover o equilíbrio da variância dos dados.

(*Carapa guianensis* aubl.).

Após a remoção dos valores extremos em destaque na Figura 3(c), obteve-se uma redução na amplitude dos dados de 37 (Figura 3(b)) para 14cm (Figura (c)), equivalente a 65%. Mas a redução foi mais significativa em relação ao total de valores extremos, sendo possível observar que de 5 classes na Figura 3(a), apenas 2 (Figura 3(c)), continuam apresentando *outliers* de natureza biológica.

Os incrementos periódicos anuais do DAP (mm/ano) por espécie no período (1984-2000) foram respectivamente: Acariquara (2,16), Andiroba (3,41), Castanheira (7,45), Maçaranduba (4,17), Cupiúba (8,90) e Tatajuba (8,04).

De modo geral, observou-se uma redução nítida na amplitude dos incrementos periódicos em consequência dos tratamentos dos dados. Tratando os dados com o uso da mediana, obteve-se uma redução significativa no número de observações extremas. Fazendo-se uso do gráfico *stem-and-leaf*, conseguiu-se melhorar os dados em dois níveis: i) redução da dispersão dos incrementos periódicos e, ii) redução do número de pontos extremos.

Os erros de estimativa visuais da distância em metros entre o observador e a árvore de referência, são apresentados na Tabela 1 por espécie e classe de diferença da distância nas duas ocasiões.

A Tabela 1 revela que a nível global o erro médio de estimativa da distância até cinco metros foi aproximadamente de 14%, 41% do erro foi atribuído a distâncias que variaram de 5 a 10 metros e que cerca de 60% do erro se concentrou na distância acima de 10 metros.

De acordo com a Tabela 1, a Acariquara apresentou um erro de distância inferior a 10 metros da ordem de 53,44%, o que significa que para 46,56% do total cometeu-se um erro superior a 10 metros. Enquanto isso, o nível de erro até 10 metros no caso da Andiroba, foi de 44,48%, o que significa que em torno de 55,52% das tentativas cometeu-se um erro de estimativa superior a 10 metros.

Ainda segundo a Tabela 1, os níveis de erros na distância de 10 metros para as espécies Castanheira, Cupiúba, Maçaranduba e Tatajuba foram respectivamente 30,87, 38,58, 48,27 e 28,75%, o que resultou nesta ordem em percentagens de erros aproximados para distâncias acima de 10 metros de 69, 13, 61,42, 51,73 e 71,25%.

Conforme mencionado, para os testes de hipótese, utilizou-se o teste de duas amostras por *bootstrap* com aleatorização, tendo por base o *p*-valor associado a um nível de significância $\alpha = 0,05$. Os resultados do *p*-valor $> \alpha$ na Tabela 2, indicam não haver diferença significativa entre as estimativas das distâncias visuais que deram origem às coordenadas de locação (x_i , y_i) nos dois inventários, o que confere a ambos os trabalhos um nível de erro baixo e uma qualidade técnica

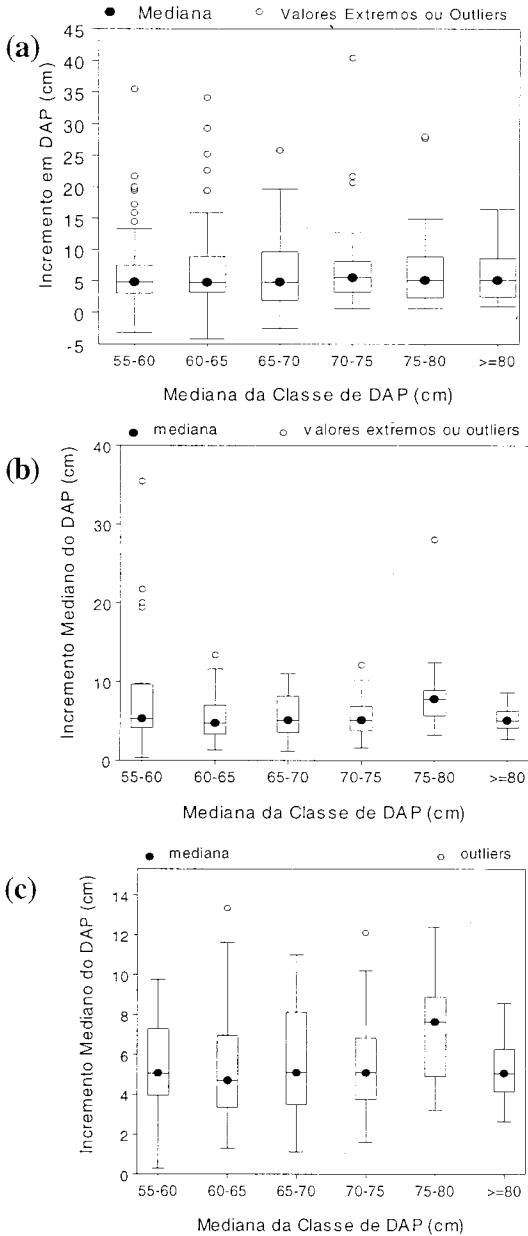


Figura 3. Box plot do incremento periódico por classe de DAP (cm) para a Andiroba (*Carapa guianensis* aubl.).

Figure 3. Box plot of the periodic increment by class of DBH (cm) for Andiroba (*Carapa guianensis* aubl.).

compatível com o rigor necessário à execução do manejo florestal.

A Tabela 3 contém o erro médio (%) apenas para as classes diamétricas onde foi possível detectar valores discrepantes. De acordo com a Tabela 3, o erro médio variou entre espécies e dentro da mesma espécie. Em termos globais, para as seis espécies analisadas o erro total sem agrupamento em classes de DAP variou de 2 a 5%. Em compensação o erro por classe de DAP apresentou valores bem diferentes, como por exemplo, 8% na classe (55-70) da Castanheira, 10% na classe (95-100) da Cupiúba e 17% na classe (75-90) da Tatajuba. Deve ser observado que nenhum tipo de inventário está livre de erros independente da experiência da equipe, sendo necessário rever e aperfeiçoar permanentemente os procedimentos usados para levantamento de dados pelas equipes de inventários através de treinamentos, visando minimizar os seguintes tipos de erros considerados como de maior frequência: 1) erro sistemático atribuído ao operador pelo manuseio da fita métrica; 2) erro sistemático inerente à escala e calibração da fita métrica; 3) erro aleatório decorrente da posição da fita na árvore e da influência de elementos externos como cupins, cipós e outros; 4) erro aleatório gerado em função da possível não coincidência da posição de medição com a posição do DAP; 5) erro aleatório ocasionado pela posição e orientação incorreta do operador em relação ao referencial da árvore sobre o terreno; 6) erro de identificação das espécies pelo nome regional, subdividindo-se em: i) erro que dois mateiros distintos podem cometer ao identificar a mesma espécie com nomes diferentes, ii) erro cometido por cada mateiro individualmente ao atribuir nome equivocado a determinada espécie, prática essa limitada por fatores como nível de treinamento, predomínio de conhecimento empírico e influência de culturas regionais.

Considerou-se que os erros nas distâncias de locação até 10 metros são factíveis de ocorrerem em quaisquer dos dois métodos de inventários utilizados, sendo que métodos que utilizam a distância de 50 metros tendem a absorver os erros

Tabela 1. Erro (%) de estimativa da locação das árvores por espécie nas distâncias < 5 m, 5 a 10 m e >=10 metros.

Table 1. Error of estimate (%) of the tree location by species for the distances < 5 m, 5 to 10 m and >=10 meter.

Espécie	Erro (%) na distância			Espécie	Erro (%) na distância		
	< 5m	5 a 10 m	>=10m		< 5m	5 a 10 m	>=10m
Acariquara	28.24	53.44	46.56	Cupiúba	9.64	38.58	61.42
Andiroba	12.27	44.48	55.52	Maçaranduba	16.03	48.27	51.73
Castanheira	8.72	30.87	69.13	Tatajuba	10.00	28.75	71.25
Média Global	14.15	40.73	59.27				

Tabela 2. Estatísticas das distâncias (m) por espécie resultante das estimativas locais nos inventários a 100% para 576 ha de floresta primária de terra firme em 1984 e em 2000.

Table 2. Statistics of the distances (m) by species resulting from the locational estimates in the inventories at 100% for 576 ha of upland primary forest in 1984 and 2000.

Espécie	n	Erro padrão			Distância em metros				Desvio padrão
		metro	%	p-valor	Maior	Menor	Mediana	Média	
Acariquara	131	1.01	10.01	0.903	23.59	1.12	9.56	10.05	5.80
Andiroba	327	0.63	5.66	0.882	37.86	0.50	10.70	11.14	5.67
Castanheira	149	1.09	7.83	0.999	34.31	1.81	12.78	13.93	6.89
Cupiúba	197	0.96	7.41	0.869	34.31	1.12	12.09	12.92	6.84
Maçaranduba	549	0.46	4.23	1.000	30.70	0.71	10.13	10.77	5.47
Tatajuba	80	1.67	11.51	0.723	35.22	1.81	13.59	14.48	7.75

Tabela 3. Erro médio (%) de medição do DAP (cm) por classe diamétrica e por espécie.

Table 3. Average error (%) of DBH (cm) measurement by diametric class and by species.

Acariquara		Andiroba		Castanheira		Cupiúba		Maçaranduba		Tatajuba	
CD _{med} (cm)	%	CD _{med} (cm)	%	CD _{med} (cm)	%	CD _{med} (cm)	%	CD _{med} (cm)	%	CD _{med} (cm)	%
55-65	4.62	55-60	4.44	55-70	7.69	55-60	4.00	55-65	3.14	75-90	16.67
65-80	8.89	75-80	2.78	95-105	8.00	70-85	1.92	65-75	2.90	90-100	8.00
Total	5.43	Total	1.57	Total	2.74	85-95	3.45	75-85	0.97	Total	5.06
						95-100	9.52	85-95	3.03		
						100-110	8.33	100-115	3.57		
						>=110	12.50	Total	2.38		
						Total	3.55				

cometidos acima de 10 metros o que a pesquisa indicou ser de aproximadamente 60%. Portanto, considerando-se como precisão satisfatória o erro cometido até 10 metros que, neste caso, apresentou um valor médio de apenas 41%, há necessidade de rever os procedimentos adotados na distância de 50 m, sendo preferencialmente recomendado adotar distâncias de 25 m, onde os resultados para a locação de árvores mostram ser mais precisos.

Esses resultados mostram que existem problemas operacionais em inventários comerciais, pois mesmo nas classes menores onde por razões óbvias é mais fácil medir o CAP, observou-se a presença de erros que poderiam ser evitados desde que houvesse uma mudança de conduta e melhor orientação das equipes que muitas vezes em prol da maior produtividade deixam de avaliar corretamente o DAP, podendo gerar informações com confiabilidade duvidosa.

A avaliação do erro médio de estimativa das coordenadas (x_i, y_i) mostrou que o método utilizado em 1984 e o método atualmente adotado pela TREVISÓ na FLONA TAPAJÓS produziram resultados considerados satisfatórios para o planejamento do manejo florestal. Todavia, a redução da distância de estimativa visual de 50 para 25 m e a referência à esquerda e à direita da linha de inventário, são apontados como aspectos positivos que permitiram equiparar um trabalho com o rigor técnico como o executado em 1984 pela FUPEF, com um trabalho em escala comercial realizado em 2000 pela TREVISÓ.

CONCLUSÕES

O erro médio global de medição do DAP (cm) para as seis espécies analisadas variou de 2 a 5% e em termos de classe diamétrica, variou de 8 a 17%.

O nível global do erro médio de estimativa da distância até cinco metros foi de aproximadamente 14%, sendo que 41% do erro foi atribuído a distâncias que variaram de 5 a 10 metros e que cerca de 60% do erro se concentrou na distância acima de 10 metros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNETT, V. ; LEWIS, T. **Outliers in statistical data**. Chichester, John Wiley, 1995. 584p.

EMBRAPA. **Relatório do workshop de implementação do projeto Dendrogene: conservação genética em florestas manejadas na Amazônia**. Belém, 2000. 88p.

DRAPER, N. R. ; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York, John Wiley, 2. ed., 1981. 709p.

FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ-FUPEF. **Inventário comercial da quadra de exploração nº 4 da Floresta Nacional dos Tapajós**. Curitiba, 1984. 429p.

HILL, C. ; GRIFFITHS, W. ; JUDGE, G. **Econometria**. São Paulo, Saraiva, 1999. 408p.

HOAGLIN, D. C. ; MOSTELLER, F. ; TUKEY, J. W. **Análise exploratória de dados: técnicas robustas - um guia**. Salamandra, Almada, Portugal, 1992. 446p.

IBAMA/PNUD. **Plano de manejo florestal da Floresta Nacional dos Tapajós, Pará, Brasil**. Belém, 1997. 109p.

LEWIS, P. **Maps and statistics**. London, Cambridge, 1977. 318p.

MOSTELLER, F. ; TUKEY, J. W. **Data analysis and regression** : a second course in statistics. Reading, UK, ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1997. 588p.

RADAMBRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**. Departamento Nacional da Produção Mineral, Folha SA 21 – Santarém, Rio de Janeiro, 1976 (Levantamento de Recursos Naturais, 10).

SILVA, R. C. V. M. **Identificação de espécimes botânicos**. Belém, 2000. 31p.

STEVE, S. **Modern applied biostatistical methods using S-Plus**. New York, Oxford University Press, 1998. 461p.

S-PLUS. **S-Plus 1997** : guide to statistics. Mathsoft, v.1, 1997, 650p.