

LUIZ MARCOS SILVA MATOS

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE AMOSTRAGENS EM OCASIÕES SUCESSIVAS  
APLICADOS NO MANEJO DE FLORESTAS INEQUIÂNEAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M433a  
2012

Matos, Luiz Marcos Silva, 1986-

Avaliação de métodos de amostragem em ocasiões sucessivas aplicadas no manejo de florestas inequiâneas / Luiz Marcos Silva Matos. – Viçosa, MG, 2012. x, 72f. : il. ; (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Agostinho Lopes de Souza

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Florestas - Administração. 2. Florestas - Certificação.  
3. Fotografia aérea em florestas. 4. Algoritmos genéticos.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Florestal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal. II. Título.

CDO adapt. CDD 634.95

LUIZ MARCOS SILVA MATOS

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE AMOSTRAGENS EM OCASIÕES SUCESSIVAS  
APLICADOS NO MANEJO DE FLORESTAS INEQUIÂNEAS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de agosto de 2012.

---

Prof. Elpídio Inácio Fernandes Filho

---

Prof. Helio Garcia Leite  
(Co-orientador)

---

Prof. Agostinho Lopes de Souza  
(Orientador)

## DEDICATÓRIA

*“Em nossos pensamentos vivemos o passado,*

*Em nossas realidades esquecemos o presente,*

*Em nossas imaginações pensamos no futuro,*

*Mas entre o passado e o futuro, está o presente com todo este sol a espera da lua e das estrelas para enfeitar ainda mais a nossa existência”.*

Chiquinho da Floresta

A Deus,

À minha mãe,

Aos meus irmãos, Assis e Fernando

À minha avó Josefa (*in memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

À minha família, pelo suporte e apoio durante toda minha vida em especial a minha mãe um exemplo de mulher e mãe a ser seguido.

Ao Professor Agostinho Lopes de Souza, pela confiança, pelo prestígio e pela orientação.

Ao Professor Helio Garcia por está sempre disposto a ajudar, pela co-orientação e amizade, minha eterna gratidão.

Ao Professor Carlos Pedro Boechat pela co-orientação e ensinamentos.

A todos os professores da graduação pelos primeiros ensinamentos.

Ao amigo Daniel Binoti pelo imenso apoio e ajuda, pelos sábios conselhos, meu eterno agradecimento.

Ao amigo Renato Castro pela contribuição e amizade.

Ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, e ao CNPq pelo apoio financeiro e oportunidades oferecidas.

À família Gomes, em especial a Claudia, Flaviana e Regiane pelo apoio, amizade e atenção durante a minha estadia em Viçosa.

Aos grandes amigos que fiz em Viçosa que tornaram minha estadia mais prazerosa.

A todos que direta ou indiretamente participaram deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

LUIZ MARCOS SILVA MATOS, filho de Luiz Assis de Souza Matos e de Maria da Conceição Silva Matos, nasceu em 12 de dezembro de 1986, em Santo Antônio de Jesus, Bahia.

Em 2004, concluiu o 2º grau na Escola Cooperativa Educacional de Santo Antônio de Jesus – COOPEDUCAR, em Santo Antônio de Jesus, Bahia.

Em 2005, iniciou o curso de Engenharia Florestal, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, sendo o mesmo concluído em Março de 2010.

Em agosto de 2010, iniciou o Programa de Mestrado em Ciência Florestal, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa da dissertação em 29 de agosto de 2012.

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>5</b>
<b>AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE AMOSTRAGEM EM OCASIÕES SUCESSIVAS APLICADOS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, VIÇOSA – MG</b> .....	<b>5</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>HIPÓTESE</b> .....	<b>8</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	10
3.2 COLETA DE DADOS .....	11
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	12
3.4 ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS .....	12
3.5 AMOSTRAGEM EM OCASIÕES SUCESSIVAS E SEUS ESTIMADORES.....	14
3.5.1 <i>Dupla amostragem com adição</i> .....	17
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
4.1 REGRESSÃO LINEAR – DAA .....	20
4.2 DIÂMETRO (CM) .....	21

4.3	ÁREA BASAL (M <sup>2</sup> .HA <sup>-1</sup> ) .....	23
4.4	VOLUME (M <sup>3</sup> .HA <sup>-1</sup> ).....	25
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>		<b>33</b>
<b>DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL EM INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO, FLORESTA OMBRÓFILA DENSA, AMAZÔNIA ORIENTAL.....</b>		<b>33</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>HIPÓTESE .....</b>		<b>36</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	38
3.2	COLETA DE DADOS .....	39
3.3	CENSO FLORESTAL.....	41
3.4	ELABORAÇÃO DO PLANO DE CORTE .....	41
3.5	DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE ELABORAÇÃO DE PLANO DE CORTE.....	41
3.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	42
3.7	ALGORITMO GENÉTICO.....	42
3.7.1	<i>Abordagem A</i> .....	43
3.7.2	<i>Abordagem B</i> .....	44
3.8	FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA PROPOSTA .....	45
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>46</b>
4.1	PLANOS DE CORTE.....	46
4.2	ABORDAGEM A .....	47
4.3	ABORDAGEM B .....	50
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>		<b>58</b>



## RESUMO

MATOS, Luiz Marcos Silva, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Agosto de 2012.

**Avaliação de métodos de amostragem em ocasiões sucessivas aplicados no manejo de florestas inequiâneas.** Orientador: Agostinho Lopes de Souza. Co-orientadores: Helio Garcia Leite e Carlos Pedro Boechat Soares.

Objetivou-se no presente trabalho avaliar os diferentes métodos de amostragem em ocasiões sucessivas e a intensidade amostral aplicados no manejo de florestas nativas. A dissertação foi dividida em dois capítulos. O primeiro teve como objetivo desenvolver um método de amostragem visando alcançar a precisão requerida de 95% de probabilidade e 10% de erro de amostragem. O estudo foi realizado na Mata da Silvicultura, Viçosa, MG. Foram utilizados dados de 15 parcelas permanentes de área fixa de 20 m x 50 m (0,1 ha). As parcelas de 1 a 10 foram medidas em 2004 e em 2008, as parcelas de 11 a 15 foram medidas apenas em 2008. Em cada parcela foram inventariados todos os indivíduos com  $DAP \geq 5$  cm, medição do DAP, medição da altura total e identificação botânica. O banco de dados foi estruturado de acordo com os pré-requisitos de cada método de amostragem. Os métodos analisados foram amostragem independente, dupla amostragem, Amostragem com repetição total, amostragem com repetição parcial e dupla amostragem com adição, os parâmetros avaliados foram DAP (cm), altura (m) e volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ). A dupla amostragem com adição (DAA) foi o método que apresentou o menor erro relativo, ou seja, foi o mais

preciso, quando comparado com os demais. Os processos de amostragem com repetição total e com repetição parcial se mostraram apropriados para estudos de dinâmica. O segundo capítulo teve como objetivo desenvolver uma metodologia para determinar a intensidade amostral ótima para os inventários florestais contínuos visando adequar-se ao Princípio 08 FSC (Forest Stewardship Council). Foram utilizados os dados de inventário 100% com mapeamento, realizado em 2006, cedidos mediante convênio celebrado entre a Orsa Florestal e a Universidade Federal de Viçosa – UFV. De posse do inventário 100% foi elaborado um simulador de plano de corte de acordo com as exigências descritas na instrução normativa nº 05/2006. Foram simulados cinco planos de corte com a intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e cinco planos de corte com a intensidade de corte de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , em seguida a área de estudo de 4.690 ha foi dividida em parcelas permanentes de 1 ha cada uma e todos os indivíduos remanescentes foram identificados nas suas respectivas parcelas. Na elaboração do algoritmo genético foram necessárias duas abordagens (A e B). A abordagem A visou maximizar o número de espécies amostradas com base nas intensidades amostrais pré-definidas de 1:1000, 1:750, 1:500, 1:250, 1:200. Já a abordagem B visou minimizar o número de parcelas permanentes para amostrar todas as espécies colhidas. A utilização do algoritmo genético permitiu determinar e estabelecer a intensidade amostral ótima, isto é, que se adequa ao Princípio 08 do FSC. Não houve diferença significativa entre os números de espécies colhidas nas diferentes intensidades de corte e os planos de corte. Não foi possível amostrar todas as espécies colhidas utilizando as intensidades amostrais pré-definidas. Para atender o Princípio nº 08 do FSC foi necessária intensidade amostral de 1:180 e de 1:165 para as intensidades de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

## ABSTRACT

MATOS, Luiz Marcos Silva, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2012.  
**Evaluation of methods for sampling on successive occasions applied in the management of inequianeas forests.** Advisor: Agostinho Lopes de Souza. Co-Advisor: Helio Garcia Leite and Carlos Pedro Boechat Soares.

The objective of the present work was to evaluate different methods of sampling occasions successive sampling intensity and applied in the management of native forests. The dissertation is divided into two chapters. The dissertation is divided into two chapters. Chapters one this study aims to develop a sampling method aiming to achieve the required accuracy of 10% sampling error with 95% probability. The study was conducted in a semideciduous seasonal forest in, Viçosa, MG. The data was taken from 15 permanent plots with fixed area of 20 mx 50 m (0.1 ha). The plots 1 to 10 were measured in 2004 and 2008, plots 11 to 15 were measured only in 2008. In each plot all individuals with  $DBH \geq 5$  cm were inventoried measuring the DBH and height and identifying the tree species. The database was structured according to the prerequisites of each sampling method. The analyzed sampling methods were Independent Double Sampling, Sampling with Total Repetition, Repetition with Partial Sampling and Double Sampling with addition the evaluated parameters were DBH (cm), height (m) and volume ( $m^3$ ). The Double Sampling with Addition (DSA) was the method that had the lowest relative error, that is, was the most accurate when compared with the others.

The independent sampling (SI) was less accurate and therefore is not recommended for dynamic studies. The sampling with total repetition and partial repetition proved suitable for dynamic studies. The second chapter aimed to develop a methodology to determine the optimal sampling intensity for the continuous forest inventories in order to fit the 08 Principle FSC (Forest Stewardship Council). The study used data from a 100% inventory with mapping, conducted in 2006 transferred, under an agreement signed between Orsa Florestal and the Federal University of Viçosa - UFV. With possession of the 100% a simulator cutting plan was created in accordance with the requirements described in normative instruction in 05/2006. Five cutting plan with the cut intensity off of  $22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and five cutting plan with the intensity of cutting  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , were simulated study area of 4690 ha was split in permanent plots of 1 ha each and all remaining individuals were identified in their respective plots. The formulation of the genetic algorithm took two approaches (A and B). The approach A aimed to maximize the number of species sampled based on pre-defined sample intensities of 1:1000, 1:750, 1:500, 1:250, 1:200. The approach B was intended to minimize the number of permanent plots to sample all species harvested. The junction of geographic information system – GIS and the use of genetic algorithms has allowed to determine and establish the optimal sampling intensity, that is, that fits to Principle 08 of the FSC. There was no significant difference between the numbers of species harvested in different cutting intensities and cutting plans clipping planes. It was not possible to sample all species using the predefined sample intensities. To meet the FSC Principle 8 it was necessary a sampling intensity of 1:180 and 1:165 for cutting intensities of  $22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectively.

## INTRODUÇÃO

Em virtude das limitações de recursos financeiros, tempo, mão-de-obra, acesso e tamanho das florestas, é impraticável inventariar 100% das áreas florestais. Assim, há a necessidade do emprego de métodos de amostragem com o principal objetivo de prover os dados necessários para a elaboração eficaz de um plano de manejo florestal, que, por sua vez, necessita de acurácia em sua coleta para que subsidie a tomada de decisão correta (RINGVALL, 2000).

Assim sendo, os inventários florestais devem ser conduzidos de maneira tal que a informação requerida possa ser obtida pelos meios disponíveis e por uma metodologia que justifique e permita o uso de ferramentas de avaliação estatística (LOETSCH; HALLER, 1964; HUSCH et al., 1982; AVERY; BURKART, 1983; SCHREUDER et al., 1993; SHIVER; BORDERS, 1996).

O conhecimento das técnicas de amostragem é importante na obtenção de informações de povoamentos florestais e posterior definição de critérios para a execução do manejo florestal (BONETES, 2003). No entanto, a eficiência na amostragem é dependente do método empregado. Por isso, o tipo de amostragem deve ser determinado de acordo com os organismos a serem investigados (FELFILI, et al. 2005).

A dissertação foi dividida em dois capítulos. No primeiro capítulo foi conduzido um estudo dos diferentes métodos de amostragem e foi proposto um novo método de amostragem para situação encontrada, denominado de *Dupla Amostragem com adição*. No segundo capítulo foi desenvolvido uma metodologia para determinar a intensidade

amostral ótima em inventários florestais contínuos, Floresta Ombrófila Densa visando atender as exigências de monitoramento em conformidade com o Princípio nº 08 do FSC.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Avaliar os diferentes métodos de amostragem em ocasiões sucessivas e a intensidade amostral aplicados no manejo de florestas inequiâneas.

### **Objetivos Específicos**

Desenvolver um método de amostragem visando alcançar a precisão requerida de 95% de probabilidade e 10% de erro de amostragem, para inventários de florestas inequiâneas.

Avaliar a aplicação de métodos de amostragem em ocasiões sucessivas em Floresta Estacional Semidecidual, localizada no município de Viçosa – MG.

Desenvolver um método para determinação da intensidade amostral ótima para inventários florestais contínuos em Floresta Ombrófila Densa visando atender as exigências de monitoramento em conformidade com o Princípio nº 08 do FSC (Forest Stewardship Council).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

EVERY, T. E.; BURKHART, H. E. **Forest measurements**. New York: McGraw-Hill, 1983, 331p.

BONETES, LAERTE. **Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma floresta ombrófila mista**. 2003. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2003.

FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 60 p.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 3.ed. New York: The Ronald Press, 1982. 473p.

LOESTCH, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. Wien: BLV-Munchen, Basel. V. 1. 1964. 436p.

RINGVALL, A. Assesment of sparse populations in forest inventory. Development and evaluation of probability sampling methods. **Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria**, v.151, p. 25-25, 2000.

SCHREUDER, H.T.; GREGOIRE, T.G.; WOOD, G. B. **Sampling methods for multiresourde forest inventory**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 446p.

SHIVER, B. D.; BORDERS B. E. **Sampling techniques for forest resource inventory.** New York: John Wiley & Sons, 1996. 356p.



# CAPÍTULO 1

## AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE AMOSTRAGEM EM OCASIÕES SUCESSIVAS APLICADOS EM FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL, VIÇOSA – MG

**RESUMO** – O acompanhamento da população florestal e sua evolução através do tempo exige a realização de sucessivas abordagens em intervalos de tempo apropriadamente definidos. O presente trabalho avaliou métodos de amostragens em ocasiões sucessivas em floresta nativa inequidiana e que atendem à precisão requerida de 95% de probabilidade e 10% de erro de amostragem. O estudo foi realizado com dados de parcelas permanentes coletados na Mata da Silvicultura, Viçosa, MG. Foram utilizados dados de 15 parcelas permanentes de área fixa de 20 m x 50 m (0,1 ha). As parcelas de 1 a 10 foram medidas em 2004 e em 2008, as parcelas de 11 a 15 foram medidas apenas em 2008. Em cada parcela, foram inventariados todos os indivíduos com DAP  $\geq 5$  cm, medição do DAP, medição da altura total e identificação botânica. O banco de dados foi estruturado de acordo com os pré-requisitos de cada método de amostragem. Os métodos analisados foram amostragem independente, dupla amostragem, amostragem com repetição total, amostragem com repetição parcial e dupla amostragem com adição. Os parâmetros avaliados foram DAP (cm), altura (m) e volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ). A dupla amostragem com adição (DAA) foi o método que apresentou o menor erro relativo, ou seja, foi o mais preciso, quando comparado com os demais. A amostragem independente (AI) foi a menos precisa e, por conseguinte, não é recomendável para estudos de dinâmica. Os processos de amostragem com repetição total e com repetição parcial se mostraram apropriados para estudos de dinâmica. Os processos de dupla amostragem (DA) também podem ser utilizados em estudos de dinâmica por constituir num processo mais rápido para obtenção de dados, uma vez que se utiliza de métodos indiretos para geração dos estimadores.

Palavras – chave: Monitoramento Florestal, Métodos de Amostragem e Manejo Florestal.

## **EVALUATION OF SAMPLING METHODS IN SUCCESSIVE OCCASIONS APPLIED IN SEMIDECIDUOUS SEASONAL FOREST, VIÇOSA – MG**

**ABSTRACT** - The monitoring of forest population and its evolution through time requires successive approaches in appropriately defined time intervals. This study aims to develop a sampling method aiming to achieve the required accuracy of 10% sampling error with 95% probability. The study was conducted in a semideciduous seasonal forest in, Viçosa, MG. The data was taken from 15 permanent plots with fixed area of 20 m x 50 m (0.1 ha). The plots 1 to 10 were measured in 2004 and 2008, plots 11 to 15 were measured only in 2008. In each plot all individuals with  $DBH \geq 5$  cm were inventoried measuring the DBH and height and identifying the tree species. The database was structured according to the prerequisites of each sampling method. The analyzed sampling methods were Independent Double Sampling, Sampling with Total Repetition, Repetition with Partial Sampling and Double Sampling with addition the evaluated parameters were DBH (cm), height (m) and volume ( $m^3$ ). The Double Sampling with Addition (DSA) was the method that had the lowest relative error, that is, was the most accurate when compared with the others. The independent sampling (SI) was less accurate and therefore is not recommended for dynamic studies. The sampling with total repetition and partial repetition proved suitable for dynamic studies. The processes of Double Sampling (DA) can also be used for dynamic studies providing a faster process for obtaining data since it makes use of indirect methods for generating estimators.

**Keywords:** Forest Monitoring, Sampling Methods and Forest Management.

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Floresta Atlântica compreende 1.300.000 km<sup>2</sup> e, atualmente os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 22% de sua cobertura original (BRASIL, 2010, 2012). Portanto encontram-se fragmentados e em diferentes estágios de regeneração da vegetação secundária (BRASIL, 1993, 2007). Apenas 7% estão conservados em fragmentos com mais de 100 ha (BRASIL, 1993, 2007, 2012).

Estudos indicam que pelo menos 103.870 espécies de animais e 43.020 de vegetais ocorrem no Brasil (BRASIL, 2010). Estima-se a ocorrência de 20 mil espécies vegetais, muitas endêmicas e ameaçadas de extinção e, em relação à fauna, os levantamentos já realizados indicam 849 espécies de aves, 370 de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e 350 de peixes (BRASIL, 2012). Portanto, é sumamente importante estudar a florística, a estrutura e a dinâmica desse bioma para fundamentar estratégias de recuperação e conservação.

O estudo da dinâmica que envolve as florestas tropicais inicia-se pelo levantamento da florística, identificação das espécies e o seu comportamento em comunidades, sendo fundamentado no monitoramento do crescimento e da regeneração natural (MARANGON et al., 2003).

O monitoramento do crescimento e da regeneração natural em florestas tropicais se constitui em uma ferramenta valiosa para o silvicultor planejar a utilização da floresta. Os dados oriundos desta atividade são fundamentais para se estabelecer a

quantidade limite de matéria-prima a ser colhida anualmente, possibilitando uma produção sustentável. Embora o conhecimento do crescimento possa ser estimado por intermédio de inventários florestais temporários, o meio mais efetivo de obtê-lo é pelo inventário florestal contínuo, em parcelas permanentes (SILVA, et al., 2005).

Portanto, o monitoramento através de parcelas permanentes permite caracterizar as distribuições geográficas potenciais de cada espécie, avaliar os níveis populacionais das espécies, avaliar o quão efetivo é o sistema de proteção das áreas naturais, incluindo o grau de isolamento das reservas e a capacidade de movimento das espécies (CERQUEIRA, 2001).

O acompanhamento da população e sua evolução através do tempo exige a realização de sucessivas abordagens em intervalos de tempo adequados (PELLICO NETTO; BRENA, 1997). No entanto, utiliza-se do inventário florestal contínuo - IFC para obter dados fidedignos e necessários tanto para o estudo de dinâmica quanto para elaboração de planos de manejo florestal, que, por sua vez, necessita de acurácia em sua coleta visando subsidiar a tomada de decisão (RINGVALL, 2000; OLIVEIRA & CARVALHO, 2010). A avaliação continuada da biodiversidade é outro produto dos inventários contínuos de grande valor para a conservação da natureza e que está cada vez mais sendo demandada nos inventários florestais (CURTIS & MARSHALL, 2005).

A demanda para elaboração dos planos de manejo tem aumentado devido às exigências da legislação ambiental e à busca pelo desenvolvimento ecológico, econômico e social, sobretudo com a certificação e com a cadeia de custódia dos produtos (ABNT, 2004; FSC, 2002). Porém, ainda existe uma lacuna com relação aos procedimentos e métodos de levantamento que forneçam, com exatidão e baixo custo, estimativas confiáveis desses produtos (RODELLO, 2006).

## **HIPÓTESE**

O número de parcelas permanentes utilizadas nos monitoramentos de povoamentos inequívocos nas propriedades rurais e em áreas de empresas engajadas no processo de certificação, em geral, não atende a precisão requerida 95% de probabilidade e 10% de erro de amostragem.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos do estudo foram:

Propor um novo método de amostragem em ocasiões sucessivas visando alcançar a precisão requerida de 95% de probabilidade e 10% de erro de amostragem.

Avaliar os métodos de amostragem em ocasiões sucessivas já existentes em Floresta Estacional Semidecidual, localizada no município de Viçosa – MG.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

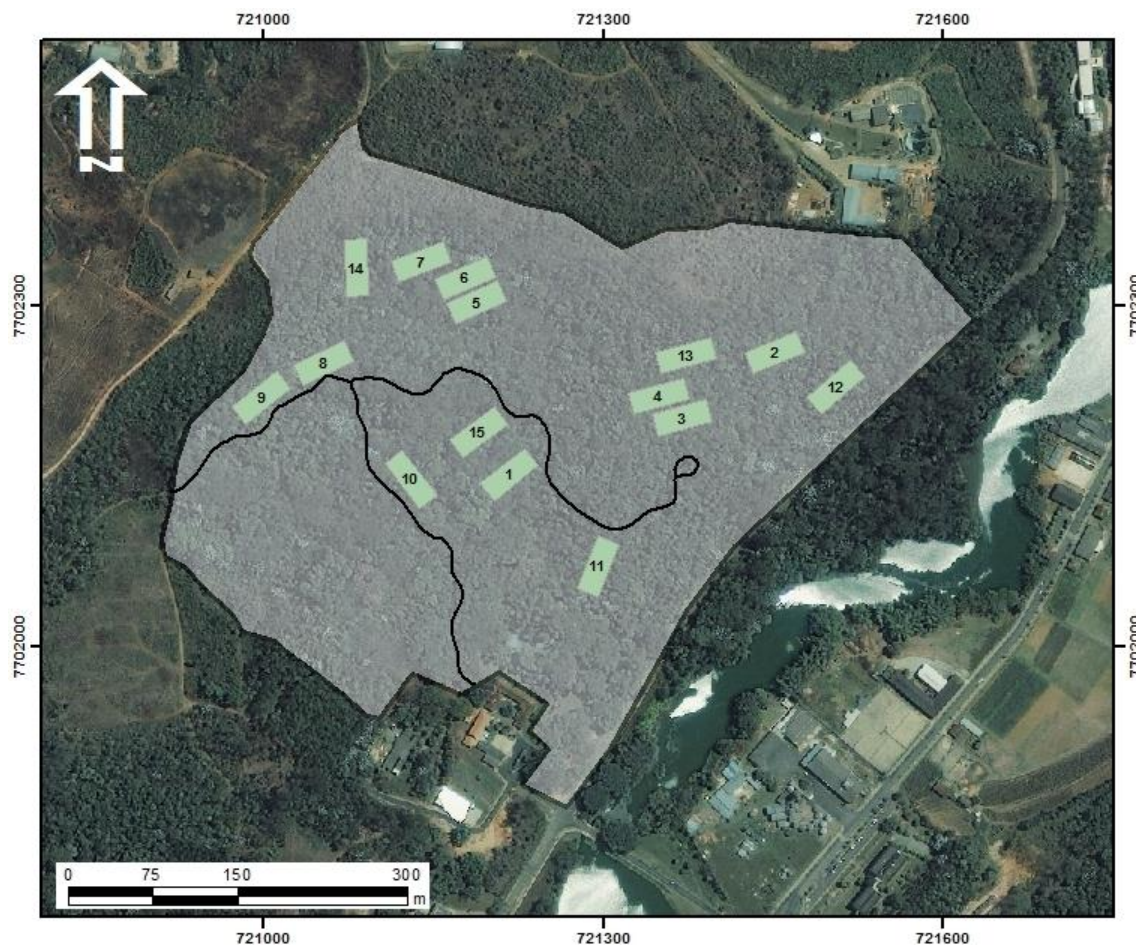
#### **3.1 Caracterização da área de estudo**

Os dados de campo foram coletados na Mata da Silvicultura (42° 52' 30' W e 20° 46' 10" S) que possui área de aproximadamente 17 ha ( Figura 1) no município de Viçosa-MG. Segundo Mariscal Flores (1993), a área foi adquirida pela Universidade Federal de Viçosa em 1936, e desde então está protegida de cortes e extração de madeira, portanto considera-se esta a data de início da regeneração natural.

O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwb, temperado quente, com temperatura média máxima de 26 °C e média mínima de 14 °C, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos, e precipitação média anual de aproximadamente 1.300 mm (OLIVEIRA JUNIOR; DIAS, 2005).

A topografia local é acidentada, apresentando relevo forte-ondulado e montanhoso, com vales estreitos e úmidos e altitude entre 600 e 970 m, estando o município a 670 m (CORREA, 1984).

Os solos do município apresentam predominância de duas classes: Latossolo Vermelho-Amarelo álico, no topo dos morros e nas encostas, e o Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, nos terraços (REZENDE, 1971).



Fonte: Amaro (2010)

Figura 1 - Mata da Silvicultura, no município de Viçosa-MG.

Pela classificação fitossociológica do RADAMBRASIL, o município de Viçosa está incluído na região classificada como Floresta Estacional Semidecidual Montana (VELOSO et al., 1991).

### 3.2 Coleta de dados

Foram utilizados dados de 15 parcelas permanentes de área fixa de 20 m x 50 m (0,15 ha) cada. As parcelas de 1 a 10 foram estabelecidas em 1994 (MEIRA NETO, 1997). As parcelas de 11 a 15 foram demarcadas em 2008 (AMARO, 2010). Em 2004 foram medidas as parcelas de 1 a 10 e em 2008 foram medidas as parcelas de 1 a 15.

Em cada parcela, foram inventariados todos os indivíduos com DAP  $\geq$  5 cm, com medição do DAP (diâmetro a 1,30 m de altura), altura total e identificação botânica.

Foram classificados como arbóreos os indivíduos inventariados com  $DAP \geq 5$  cm, caule do tipo tronco e presença de ramos lenhosos. O restante foi classificado como não arbóreo (lianas, palmeiras etc).

### 3.3 Análise dos dados

Foi realizada análise do estágio de regeneração com base na CONAMA 392/2007, com a finalidade de classificar o fragmento florestal. Para estudo do crescimento foram avaliados cinco métodos de amostragem em múltiplas ocasiões tendo como parâmetro de análise, diâmetro médio (cm), área basal ( $m^2.ha^{-1}$ ) e volume ( $m^3.ha^{-1}$ ). O teste t para amostras independentes foi utilizado para comparar as médias dos diferentes métodos em função do método de amostragem com repetição total, com 95% de probabilidade.

O volume total com casca foi estimado pela seguinte equação ajustada por Cetec (1995), para mata nativa secundária.

$$VolT_{cc} = 0,000074230 * DAP^{1,707348} * Ht^{1,16873}, \text{ com } R^2 = 0,973$$

em que  $VolT_{cc}$  = volume total com casca, em  $m^3$ ;  $DAP$  = diâmetro com casca, medido a 1,30m do solo, em cm;  $Ht$  = altura total, em m; e  $R^2$  = coeficiente de determinação.

### 3.4 Estrutura do banco de dados

Através dos inventários florestais contínuos realizados em 2004 (10 parcelas) considerado como primeira ocasião e em 2008 (15 parcelas) considerado como segunda ocasião. O banco de dados (Tabela 1) foi estruturado para atender os pré-requisitos dos métodos de amostragem em ocasiões sucessivas, conforme descrito a seguir:

Amostragem independente (AI): processo no qual as unidades amostrais nas duas ocasiões são executadas independentemente uma da outra.

Dupla amostragem (DA): processo de amostragem cuja amostra da segunda ocasião constitui uma subamostra da primeira ocasião, onde podem ser encontradas unidades amostrais temporárias e permanentes.

Dupla amostragem com adição (DAA): processo de amostragem onde o número de amostra na segunda ocasião é superior ao número de amostra na primeira ocasião.

Amostragem com repetição total (ART): processo no qual a mesma amostragem aleatória realizada na primeira ocasião é remeida na segunda e em todas as ocasiões sucessivas.



Amostragem com repetição parcial (ARP): a cada remedição do inventário, parte do número de unidades medidas no inventário anterior sendo remedidas no novo inventário e novas unidades são tomadas na população para completar a intensidade de amostragem requerida. Apresenta unidades temporárias, permanentes e novas.

Tabela 1 - Estrutura do banco de dados para os diferentes métodos de amostragem em ocasiões sucessivas

Amostragem independente		Amostragem com repetição total		Amostragem com repetição parcial		Dupla amostragem		Dupla amostragem com adição	
2004	2008	2004	2008	2004	2008	2004	2008	2004	2008
P - 05		P - 01	P - 01	P - 08		P - 09		P - 01	P - 01
P - 07		P - 02	P - 02	P - 02		P - 01		P - 02	P - 02
P - 03		P - 03	P - 03	P - 10		P - 05		P - 03	P - 03
P - 10		P - 04	P - 04	P - 07		P - 03		P - 04	P - 04
P - 08		P - 05	P - 05	P - 05		P - 08		P - 05	P - 05
P - 06		P - 06	P - 06	P - 01	P - 01	P - 02	P - 02	P - 06	P - 06
P - 09		P - 07	P - 07	P - 03	P - 03	P - 04	P - 04	P - 07	P - 07
	P - 13	P - 08	P - 08	P - 04	P - 04	P - 06	P - 06	P - 08	P - 08
	P - 14	P - 09	P - 09	P - 06	P - 06	P - 07	P - 07	P - 09	P - 09
	P - 15	P - 10	P - 10	P - 09	P - 09	P - 09	P - 09	P - 10	P - 10
	P - 12				P - 11				P - 11
	P - 11				P - 12				P - 12
	P - 1				P - 13				P - 13
	P - 2				P - 14				P - 14
	P - 4				P - 15				P - 15

### **3.5 Amostragem em ocasiões sucessivas e seus estimadores**

Os métodos de amostragem em ocasiões sucessivas analisados neste estudo foram descritos por Ware e Cunia (1962). As fórmulas desenvolvidas para os principais estimadores dos processos de amostragem estão descritas em Péllico Netto e Brena (1997) e Soares et al. (2011). A única exceção é o método de dupla amostragem com adição de parcelas, que será descrita neste estudo.

Quadro 1 - Formulas utilizada para calcular os estimadores em cada ocasião e do crescimento para todos os métodos de amostragem.

Métodos	Estimadores	Primeira Ocasião	Segunda Ocasião	Crescimento
Amostragem independente	Média	$\bar{y}_{1u} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} Y_{1ui}}{n_1}$	$\bar{y}_{2n} = \frac{\sum_{h=1}^{n_2} Y_{2nh}}{n_2}$	$\bar{d}_i = \bar{y}_{2n} - \bar{y}_{1u}$
	Variância	$s_{\bar{y}_{1u}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1ui} - \bar{y}_{1u})^2}{n_1 - 1}$	$s_{\bar{y}_{2n}}^2 = \frac{\sum_{h=1}^{n_2} (Y_{2nh} - \bar{y}_{2n})^2}{n_2 - 1}$	
	Variância da Média	$s_{\bar{y}_{1u}}^2 = \frac{s_{y_{1u}}^2}{n_1} (1 - \frac{n_1}{N_1})$	$s_{\bar{y}_{2n}}^2 = \frac{s_{y_{2n}}^2}{n_2} (1 - \frac{n_2}{N_2})$	$s_{\bar{d}_i}^2 = s_{\bar{y}_{1u}}^2 + s_{\bar{y}_{2n}}^2$
Amostragem com repetição total	Média	$\bar{y}_{1m} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} Y_{1mi}}{n_1}$	$\bar{y}_{2m} = \frac{\sum_{h=1}^{n_2} Y_{2mh}}{n_2}$	$\bar{d}_m = \bar{y}_{2m} - \bar{y}_{1m}$
	Variância	$s_{\bar{y}_{1m}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1mi} - \bar{y}_{1m})^2}{n_1 - 1}$	$s_{\bar{y}_{2m}}^2 = \frac{\sum_{h=1}^{n_2} (Y_{2mh} - \bar{y}_{2m})^2}{n_2 - 1}$	
	Variância da Média	$s_{\bar{y}_{1m}}^2 = \frac{s_{y_{1m}}^2}{n_1} (1 - \frac{n_1}{N_1})$	$s_{\bar{y}_{2m}}^2 = \frac{s_{y_{2m}}^2}{n_2} (1 - \frac{n_2}{N_2})$	$s_{\bar{d}_m}^2 = \frac{s_{\bar{y}_{1m}}^2}{m} + \frac{s_{\bar{y}_{2m}}^2}{m} - \frac{2s_{y_1y_2}}{m}$
Dupla amostragem	Média	$\bar{y}_1 = P_u \bar{y}_{1u} + P_m \bar{y}_{1m}$	$\bar{y}_{2r} = 2 + b * (\bar{x}_1 - \bar{x}_m)$	$\bar{d}_r = \bar{y}_2 - \bar{y}_1$
	Variância	$s_{\bar{y}_1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1i} - \bar{y}_1)^2}{n_1 - 1}$	$s_{\bar{y}_{2m}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2} (Y_{2mj} - \bar{y}_{2m})^2}{n_2 - 1}$	
	Variância da Média	$s_{\bar{y}_1}^2 = \frac{s_{y_1}^2}{n_1} (1 - \frac{n_1}{N_1})$	$s_{\bar{y}_{2r}}^2 = \frac{s_{y_2x}^2}{n_2} + \frac{s_{y_2}^2 - s_{y_2x}^2}{n_1}$	$s_{\bar{d}_r}^2 = \frac{s_{y_2}^2 - s_{y_2y_1}^2 \left[ \frac{1+r(r-2)}{r^2} \right]}{n_1} + \frac{s_{y_21}^2}{n^2}$
Amostragem com repetição parcial	Média	$\bar{y}_1 = P_u \bar{y}_{1u} + P_m \bar{y}_{1m}$	$\bar{y}_2 = a \bar{y}_{1u} - a \bar{y}_{1m} + c \bar{y}_{2m} + (1 - c) \bar{y}_{2n}$	$\bar{d}_p = A * \bar{y}_{2m} + (1 - A) * \bar{y}_{2n} + B \bar{y}_{1n} - (1 + B) * \bar{y}_{1u} n$
	Variância	$s_{\bar{y}_1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1i} - \bar{y}_1)^2}{n_1 - 1}$		

	Variância da Média	$s_{\bar{y}_1}^2 = \frac{s_{y_1}^2}{n_1} \left(1 - \frac{n_1}{N_1}\right)$	$s_{\bar{y}_2}^2 = a^2 * s_{y_2}^2 * \left(\frac{1}{u} + \frac{1}{m}\right) + c^2 * \frac{s_{y_2}^2}{n} + (1 - c)^2 * \frac{s_{y_2}^2}{n} - 2 * a * c * r * \frac{s_{y_1} s_{y_2}}{m}$	$s_{\bar{d}_p}^2 = A^2 * \frac{s_{y_2}^2}{m} + (1 - A)^2 * \frac{s_{y_2}^2}{n} + B^2 * \frac{s_{y_1}^2}{n} + (1 + B)^2 * \frac{s_{y_1}^2}{u} + 2 * A * B * r * \frac{s_{y_1} * s_{y_2}}{m}$
Amostragem dupla com adição	Média	$\bar{y}_{1m} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} Y_{1mi}}{n_1}$	$\bar{y}_{2m} = \frac{\sum_{h=1}^{n_2} Y_{2mh}}{n_2}$	$\bar{d}_m = \bar{y}_{2m} - \bar{y}_{1m}$
	Variância	$s_{\bar{y}_{1m}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (Y_{1mi} - \bar{y}_{1m})^2}{n_1 - 1}$	$s_{\bar{y}_{2m}}^2 = \frac{\sum_{h=1}^{n_2} (Y_{2mh} - \bar{y}_{2m})^2}{n_2 - 1}$	
	Variância da Média	$s_{y_{1m}}^2 = \frac{s_{y_1}^2}{n_1} \left(1 - \frac{n_1}{N_1}\right)$	$s_{y_{2m}}^2 = \frac{s_{y_2}^2}{n_2} \left(1 - \frac{n_2}{N_2}\right)$	$s_{d_m}^2 = \frac{s_{y_{1m}}^2}{m} + \frac{s_{y_{2m}}^2}{m} - \frac{2s_{y_1} s_{y_2}}{m}$

### 3.5.1 Dupla amostragem com adição

#### 3.5.1.1 Estimadores

Com base nos dados da primeira ocasião com 10 unidades amostrais (Tabela 1) ajustou-se um modelo linear simples para estimar os valores das cinco unidades amostrais não medidas na primeira ocasião.

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 * y_2 + \varepsilon$$

$y$  = Valor da variável analisada na primeira ocasião;

$\beta_0, \beta_1$  = Parâmetros do modelo a ser estimado;

$y_2$  = Valor da variável observado na segunda ocasião;

$\varepsilon$  = Erro aleatório;

As estimativas da primeira, da segunda ocasião e do crescimento foram calculadas conforme os estimadores descritos no Quadro 1.

## **4 RESULTADOS**

As estimativas do diâmetro médio e da altura total, na primeira ocasião, foram de 15,0 cm e 12,5 m e, na segunda ocasião, foram de 15,3 cm e 12,5 m, respectivamente, o que remete à classificação de estágio médio/avançado de regeneração (BRASIL, 2007).

Nos resultados das avaliações dos métodos de amostragens em ocasiões sucessivas foram consideradas apenas as árvores sobreviventes (Tabela 2). Já os resultados de ingresso e de mortalidade para as 10 parcelas estão relacionados na Tabela 3.

Tabela 2 – Resultados das variáveis analisadas por parcela, DAP (cm) médio, área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) e estoque volumétrico ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa – MG

Parcelas	DAP (cm)		B ( $\text{m}^2 .\text{ha}^{-1}$ )		Volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ )	
	2004	2008	2004	2008	2004	2008
1	14,98	15,61	26,62	28,89	328,35	358,92
2	13,74	14,34	21,65	23,57	263,42	289,01
3	13,32	13,90	20,33	22,17	220,42	240,79
4	12,71	13,36	16,88	18,64	176,71	195,15
5	15,49	16,07	17,33	18,66	252,88	270,83
6	17,39	18,18	25,16	27,51	338,92	369,36
7	20,71	21,81	40,08	44,47	574,82	636,85
8	14,48	15,16	25,70	28,15	308,24	338,22
9	13,29	13,94	24,83	27,31	288,05	314,60
10	16,61	17,25	28,15	30,39	332,53	381,80
11		15,63		29,93		230,86
12		15,56		26,42		210,77
13		13,32		24,26		186,21
14		15,66		22,54		160,70
15		16,04		33,93		350,00

Tabela 3 – Resultados de *ingrowth* e mortalidade por parcela para cada variável analisada, Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa – MG

Parcela	<i>Ingrowth</i>			Mortalidade		
	n.ha <sup>-1</sup>	B.ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	n ha <sup>-1</sup>	B.ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>
1	80	0,81	0,81	150	4,49	64,66
2	170	8,68	8,68	120	0,88	8,38
3	80	4,27	4,27	120	1,24	13,05
4	170	4,70	4,70	180	1,19	9,88
5	190	2,74	2,74	80	0,99	12,52
6	80	1,28	1,26	80	1,19	15,59
7	50	0,61	0,61	50	0,37	3,68
8	80	0,99	0,99	130	1,02	6,81
9	200	2,59	2,59	40	0,53	4,23
10	240	9,69	9,69	200	2,87	25,36

## 4.1 Regressão linear – DAA

Na Tabela 4 e na Figura 2 estão representados os resultados do ajuste da regressão linear para a dupla amostragem com adição de parcelas.

Tabela 4 – Resultados do ajuste da regressão linear para dupla amostragem com adição - DAA, Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa – MG

Variável	Modelos	$r^2$	$\bar{r}^2$	Erro ( $\pm$ )
DAP	$y_1 = 0,16347 + 0,94648 * y_2$	0,9990	0,9980	0,080
Área Basal	$y_1 = 0,55414 + 0,894125 * y_2$	0,9988	0,9987	0,235
Volume	$y_1 = 5,7704 + 0,891335 * y_2$	0,9987	0,9975	5,636

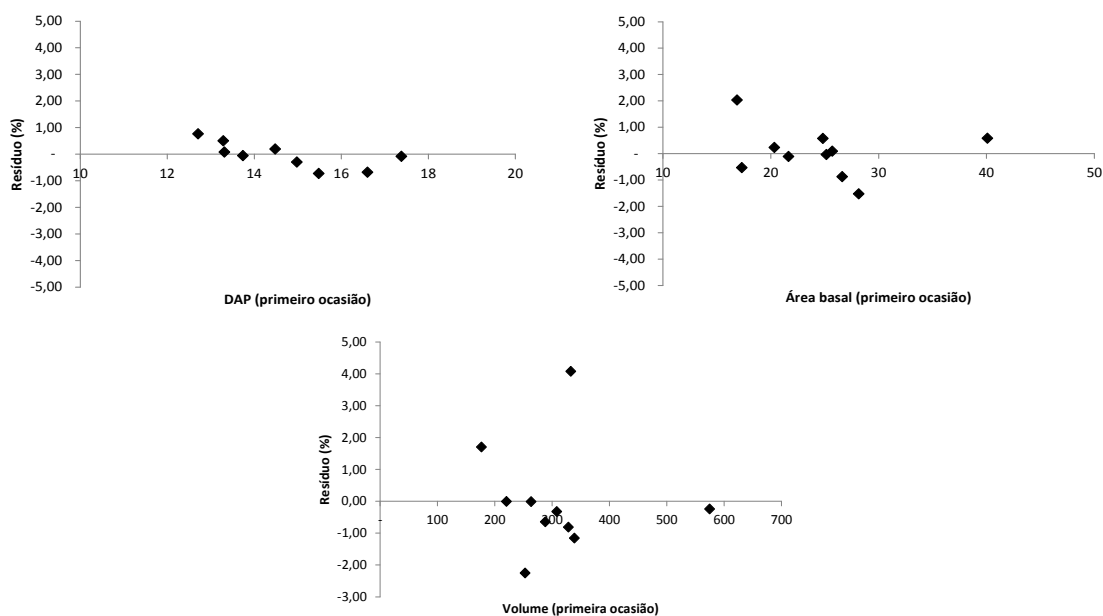


Figura 2 – Representação gráfica dos resíduos após ajuste da regressão linear, dupla amostragem com adição.



## 4.2 Diâmetro (cm)

Na Tabela 5 estão apresentadas as principais estimativas do DAP (a média, o erro padrão, a média de crescimento e o erro padrão do crescimento) em cada método de amostragem na primeira e segunda ocasião.

O diâmetro médio das árvores variou de 15,90 cm a 15,04 cm na primeira ocasião e de 14,71 cm a 15,97 cm na segunda ocasião. O crescimento variou de -1,19 cm a 0,68 cm, para os diferentes métodos avaliados.

Para a primeira ocasião, os maiores valores de DAP médio (15,90 cm) e erro relativo da média (14,98%) foram apresentados pela amostragem independente. Por outro lado, os menores valores de DAP médio (15,04 cm) e erro relativo da média (6,87%) foram obtidos na dupla amostragem com adição.

Observou-se, na segunda ocasião, que a amostragem com repetição total apresentou a maior média de DAP de 15,96 cm, com o erro relativo da média de 11,16% e coeficiente de variação da média de 16,04%. A amostragem independente apresentou a menor média de DAP de 14,71 cm, com erro relativo da média de 13,68% e coeficiente de variação da média de 8,56%, respectivamente. Observou-se que a dupla amostragem com adição apresentou o menor erro relativo da média de 6,95% e média de DAP semelhante àquela da amostragem com repetição total.

Na análise do crescimento periódico, observou-se que a amostragem independente apresentou crescimento negativo com erro padrão da média de 1,01 cm. Por outro lado, a amostragem com repetição total e dupla amostragem com adição apresentaram crescimento periódico positivo de 0,69 cm com erro padrão da média de 1,05 e 0,13 cm, respectivamente.

Tabela 5 – Estatísticas dos métodos de amostragem em ocasiões sucessivas para variável diâmetro 1,30 m de a altura – DAP (cm) médio, Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa – MG. Amostragem com repetição total – ART, amostragem com repetição parcial – ARP, amostragem independente – AI, dupla amostragem – DA, dupla amostragem com adição – DAA

Parâmetros	Primeira Ocasão (2004)					Segunda Ocasão (2008)					Crescimento periódico (cm)				
	ART	ARP	DA	AI	DAA	ART	ARP	DA	AI	DAA	ART	ARP	DA	AI	DAA
Média	15,27 <sup>ns</sup>	15,27 <sup>ns</sup>	15,27 <sup>ns</sup>	15,90 <sup>ns</sup>	15,04 <sup>ns</sup>	15,96 <sup>ns</sup>	15,90 <sup>ns</sup>	15,97 <sup>ns</sup>	14,71 <sup>ns</sup>	15,72 <sup>ns</sup>	0,69	0,80	0,69	-1,19	0,68
Variância	5,91	5,91	5,91	6,92	4,21	6,59		11,99	1,59	4,70					
Variância da média	0,56	0,57	0,55	0,95	0,26	0,62	0,38	1,20	0,19	0,29	1,12		0,0036	1,14	0,001
Desvio padrão	2,43	2,43	2,43	2,63	2,05	2,56		3,46	1,26	2,17					
Erro Padrão da Média	0,75	0,75	0,74	0,97	0,48	0,78	0,62	1,09	0,44	0,51	1,05		0,059	1,06	0,13
Coeficiente de Variação	15,91	15,91	15,91	16,54	13,63	16,04		21,66	8,56	13,80					
Erro Absoluto (±)	1,69	1,68	1,68	2,38	1,03	1,78	1,40	2,82	1,03	1,09					
Erro % (±)	11,05	11,05	11,05	14,98	6,87	11,16	8,82	17,64	13,68	6,95					

<sup>ns</sup> (p > 0,05)

### 4.3 Área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ )

Na Tabela 6 estão apresentadas as principais estimativas referentes à área basal (a média, o erro padrão, a média de crescimento e o erro padrão do crescimento) em cada método de amostragem para a primeira e segunda ocasião.

Observou-se uma variação na média de  $25,94 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  a  $24,67 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  na primeira ocasião e de  $27,85 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  a  $26,02 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  na segunda ocasião, a média do crescimento periódico variou entre  $2,84 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  a  $0,08 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  para os diferentes métodos avaliados.

Na primeira ocasião a variação na média correspondeu a  $1,27 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  entre os diferentes métodos de amostragem. A maior média com maior erro relativo foi obtida pela amostragem independente ( $25,94 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ) e (25,19%) e, a menor média foi pela amostragem com repetição parcial ( $24,67 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ). O menor erro relativo (11,70%) foi apresentado pela dupla amostragem com adição.

Na segunda ocasião a maior média foi observada na dupla amostragem ( $27,85 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ), com o maior erro relativo (23,47%). A dupla amostragem com adição apresentou o menor erro relativo (11,96%) estimando a média em ( $27,12 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ).

No crescimento a amostragem com repetição total e a dupla amostragem com adição estimaram o crescimento periódico semelhante ( $2,30 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ). Amostragem independente estimou o menor crescimento periódico ( $0,08 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ ).

Tabela 6 – Estatísticas dos métodos de amostragem em ocasiões sucessivas para variável área basal ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ), Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa – MG. Amostragem com repetição total – ART, amostragem com repetição parcial – ARP, amostragem independente – AI, dupla amostragem – DA, dupla amostragem com adição – DAA

Parâmetros	Primeira Ocasão (2004)					Segunda Ocasão (2008)					Crescimento periódico ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )				
	ART	ARP	DA	AI	DAA	ART	ARP	DA	AI	DAA	ART	ARP	DA	AI	DAA
Média	24,67 <sup>ns</sup>	24,67 <sup>ns</sup>	25,50 <sup>ns</sup>	25,94 <sup>ns</sup>	24,81 <sup>ns</sup>	26,98 <sup>ns</sup>	27,56 <sup>ns</sup>	27,85 <sup>ns</sup>	26,02 <sup>ns</sup>	27,12 <sup>ns</sup>	2,30	2,84	2,34	0,08	2,32
Variância	44,15	44,15	49,96	52,08	33,19	55,17		64,50	23,14	41,48					
Variância da média	4,16	4,29	4,15	7,13	2,02	5,19	2,52	6,47	2,76	2,52	8,90	0,97	0,03	9,89	0,03
Desvio padrão	6,64	6,64	6,64	7,22	5,76	7,42		8,03	4,81	6,44					
Erro Padrão da Média	2,04	2,04	2,03	2,67	5,36	2,27	1,58	2,54	1,66	1,52	2,98	0,98	0,16	3,14	0,17
Coeficiente de Variação	26,91	26,91	25,63	27,83	23,21	27,50		28,83	18,48	23,74					
Erro Absoluto ( $\pm$ )	4,61	4,61	4,61	6,54	1,36	5,15	3,59	6,54	3,93	3,24					
Erro % ( $\pm$ )	18,69	18,68	18,08	25,19	11,70	19,11	13,03	23,47	15,09	11,96					

<sup>ns</sup> ( $p > 0,05$ )

#### 4.4 Volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ )

Na Tabela 7 estão apresentadas as principais estimativas referentes ao volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), por métodos de amostragem na primeira ocasião, segunda ocasião e no crescimento destacando: a média ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), o erro padrão ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), a média de crescimento ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) e o erro padrão do crescimento ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) no período de 2004 a 2008.

Com relação ao volume total, observou-se uma variação na média de 330,84  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  a 275,20  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  na primeira ocasião e 353,83  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  a 247,70  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  segunda ocasião. A média do crescimento periódico variou de -83,13  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  a 43,10  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ , nos diferentes métodos avaliados.

Na primeira ocasião a variação do volume corresponde a 55,64  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  para os diferentes métodos de amostragem. A maior média com maior erro relativo foi estimada pela amostragem independente (330,84  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), (31,65%) e a menor média (275,20  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) pode ser observada na dupla amostragem com adição com menor erro relativo (19,18%).

Na segunda ocasião, a maior média foi observada na dupla amostragem (353,83  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) com erro relativo de 34,21%. A dupla amostragem com adição apresentou menor erro relativo (19,57%) estimando a média em 302,27  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ .

A amostragem com repetição total estimou o crescimento em 31,12  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ , a dupla amostragem com adição estimou o crescimento periódico de 27,07  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ . A amostragem independente estimou o crescimento negativo em -83,13  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ .

Tabela 7 – Estatísticas dos métodos de amostragem em ocasiões sucessivas para variável volume ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa – MG. Amostragem com repetição total – ART, amostragem com repetição parcial – ARP, amostragem independente – AI, dupla amostragem – DA, dupla amostragem com adição – DAA

Parâmetros	Primeira Ocasião (2004)					Segunda Ocasião (2008)					Crescimento periódico( $\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ )				
	ART	ARP	DA	AI	DAA	ART	ARP	DA	AI	DAA	ART	ARP	DA	AI	DAA
Média	308,43 <sup>ns</sup>	308,43 <sup>ns</sup>	319,67 <sup>ns</sup>	330,84 <sup>ns</sup>	275,20 <sup>ns</sup>	339,55 <sup>ns</sup>	300,85 <sup>ns</sup>	353,83 <sup>ns</sup>	247,70 <sup>ns</sup>	302,27 <sup>ns</sup>	31,12	43,10	34,15	-83,13	27,07
Variância	11499,54	3568,82	11499,54	13368,14	10977,08	14437,99		22087,50	5757,24	13793,11					
Variância da média	1082,31	346,39	1082,30	1831,10	667,23	1358,87	1269,87	2218,86	685,79	838,40	2324,18		20,27	2516,89	11,00
Desvio padrão	107,24		107,24	115,62	104,77	120,15		148,62	75,88	117,44					
Erro Padrão da Média	32,90	18,33	32,88	42,79	24,66	36,86	35,63	47,10	26,19	27,65	48,20		4,50	50,16	3,17
Coefficiente de Variação	34,76	19,36	5,94	34,94	38,07	35,38	11,84	42,00	30,63	38,85					
Erro Absoluto ( $\pm$ )	74,42	41,45	74,41	104,71	52,70	83,38	80,60	121,06	61,93	59,17					
Erro % ( $\pm$ )	24,13	13,44	23,28	31,65	19,18	24,56	26,79	34,21	25,00	19,57					

<sup>ns</sup> ( $p > 0,05$ )

## 5 DISCUSSÃO

Nota-se nas Tabela 5, 6 e 7 que as médias para os diferentes métodos de amostragem não diferem entre si ( $p > 0,05$ ). Porém, a amostragem independente resultou em estimativas discrepantes quando comparadas aos demais métodos estudados, revelando grande variabilidade nas estimativas do crescimento para todas as variáveis analisadas. Tais resultados podem ser explicados pelo fato de a referida amostragem utilizar unidades amostrais independentes na primeira e segunda ocasião, dificultando assim uma análise individual do crescimento, uma vez que não existe correlação entre as variáveis nas duas medições (CORAIOLA, 2003).

Cariola (2003) menciona que os métodos de amostragem parcial e total e dupla amostragem podem ser utilizados na avaliação da dinâmica de fragmentos florestais. O método da dupla amostragem constitui-se num processo mais rápido para obtenção de dados, uma vez que se utiliza de métodos indiretos para geração dos estimadores.

Porém, o método mais recomendado para estudos de dinâmica e monitoramento florestal é a amostragem com repetição total (SILVA et al., 2005; FELFILI, et al. 2005). Nota-se que o erro relativo apresentado pela ART para as diferentes variáveis estudadas foi superior ao máximo admitido de 10% tanto na primeira ocasião como na segunda ocasião (Tabela 5, 6 e 7).

No entanto, o método proposto neste estudo, a dupla amostragem com adição - DAA utilizando o acréscimo em suas unidades amostrais e do ajuste da regressão linear conforme tendência dos dados em análise apresentou o menor erro de amostragem em

comparação aos demais, nas duas ocasiões e para todas as variáveis em estudo, exceto para o método ARP na primeira ocasião para variável volume.

O acréscimo de 50% das unidades amostrais na segunda ocasião ocasionou um decréscimo de aproximadamente 5% na estimativa do erro relativo em todas as variáveis analisadas.

Nota-se que a estimativa de crescimento mais próxima do método amostragem com repetição total – ART foi gerada através do método DAA, revelando que o mesmo método pode ser aplicado no monitoramento e dinâmica florestal, sobretudo, visando obter informações que não foram mensuradas na primeira ocasião.

Além de gerar estimativas próximas da real, proporcionou menor erro relativo, sendo inferior a 10% nas duas ocasiões para as variáveis DAP e área basal. Observou-se que a variável volume não apresentou erro menor que 10%, podendo ser explicado através do elevado coeficiente de variação (38%), sendo necessário lançar mais parcelas para atingir o erro relativo almejado.

De acordo com Vanclay (1992) a escolha dos métodos de inventário tem que ser baseada nas necessidades e situações encontradas em campo. Portanto, o método dupla amostragem com adição pode ser utilizado quando o objetivo for diminuir o erro relativo das variáveis em análise nos estudos relacionados à dinâmica de florestas tropicais.



## 6 CONCLUSÕES

Dos processos de amostragem em múltiplas ocasiões avaliados no presente estudo, pode-se concluir que:

A dupla amostragem com adição (DAA) é indicada para estudos de dinâmica de florestas inequiâneas;

A amostragem independente (AI) não foi adequada para as condições deste estudo de dinâmica. A Amostragem com repetição total e com repetição parcial também se mostraram apropriadas para estudos de dinâmica.

O processo de dupla amostragem (DA) pode ser utilizado em estudos de dinâmica por consistir em um processo mais rápido para obtenção de dados, uma vez que se utiliza de métodos indiretos para geração dos estimadores.

## 7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMARO, M. A. **Quantificação do estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG.** 2010. 168f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

BRASIL. Resolução/CONAMA N<sup>o</sup> 10, de 1 de outubro de 1993. Estabelece os parâmetros básico para análise dos estágios de sucessão da Mata Atlântica. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, 3 de novembro de 1993.

BRASIL. Resolução/CONAMA N<sup>o</sup> 392, de 25 de junho de 2007. Define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, 26 de junho de 2007.

BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil: dados de 2005-2010,** Brasília, 2010.

CERQUEIRA, R. 2001. Um Sistema de Monitoramento e Inventário da Biodiversidade Terrestre no Brasil. In: GARAY, I.E.G. & DIAS, B.F.S. (Orgs.). Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais. Petrópolis: Editora Vozes, p.385-398.

CORAIOLA, M. **Dinâmica de uma Floresta Estacional Semidecidual – MG: abordagem com processos de amostragem em múltiplas ocasiões.** 168f. 2003. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2003.

CORREA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração de argila de solos de planalto de Viçosa-MG.** 187f. 1984. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1984.

CURTIS, R.O.; MARSHALL, D.D. 2005. **Permanent-plot procedures for silvicultural and yield research**. Gen. Tech. Rep. PNWGTR-634. Portland, OR; U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 86 p.

FELFINI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 60 p.

FSC – Forest Stewardship Council. **Padrões de Certificação do FSC para Manejo Florestal em Terra-Firme na Amazônia Brasileira**. Brasília-DF: CBMF – Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC Brasil), março de 2002.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC.  
**Determinação de equações de volumétricas aplicáveis ao manejo sustentável de florestas nativas no estado de Minas Gerais e outras regiões do país**. Belo Horizonte: 1995. 295p.

MARANGON, L. C.; SOARES, J.J.; FELICIANO, A. L. P. Florística arbórea da Mata da Pedreira, Município de Viçosa, Minas Gerais. Viçosa – MG. **Revista Árvore**, v. 27, n.2, p.207-215, 2003.

MARISCAL FLORES, E. J. **Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica Secundária, município de Viçosa, Minas Gerais**. 1993. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1993.

MEIRA-NETO, J. A. A. **Estudos florísticos, estruturais e ambientais nos estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG**. 1997. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de Campinas, Campinas-SP, 1997.

OLIVEIRA JUNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, jan./fev., p. 9-15, 2005.

OLIVEIRA, S. M.; CARVALHO, J. O. P. Crescimento de espécies arbóreas pertencentes a família humiriaceae no período de três anos e seis meses em uma floresta natural submetida à exploração de impacto reduzido, no município de Paragominas, PA. **Anais...** 62ª Reunião Anual da SBPC, Natal-RN, 2010.

PELLICO NETO, S.; BRENA, D.A. **Inventário florestal**. Curitiba: [s.l]: 1997. 316p.

REZENDE, S. B. **Estudo de crono-toposequência em Viçosa-MG**. 71 f. 1971. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1971.

RINGVALL, A. Assesment of sparse populations in forest inventory. Development and evaluation of probability sampling methods. **Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria**, v. 151, p. 25-25, 2000.

RODELLO, C. M. **Comparação entre procedimentos de amostragem de Espécies florestais com raridade geográfica e padrões de Distribuição agregado.** 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2006.

SILVA, J.N.M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVELHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira.** Belém, PA - Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 68 p.

SOARES, C. P. B., PAULA NETO, F., SOUSA, A. L. **Dendrometria e inventário Florestal.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2ª edição, 2011. 276p.

VANCLAY, J.K., 1992. Permanent plots for multiple objectives: defining goals and resolving conflicts. In: H.G. Lund, R. Päivinen and S. Thammincha (eds) **Remote Sensing and Permanent Plot Techniques for World Forest Monitoring**, Proceedings of IUFRO S4.02.05 Wacharakitti International Workshop, 13-17 January 1992, Pattaya, Thailand, p. 157-163.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** São Paulo-SP: IBGE, 1991. 123 p.

WARE, K. D. & CUNIA, T. **Continuas forest inventory with partial replacement of samples.** Washington, Society of American Forestes. 1962. 40p. (Forest Science – Monograph, 3).

## CAPÍTULO 2

### DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE AMOSTRAL EM INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO, FLORESTA OMBRÓFILA DENSA, AMAZÔNIA ORIENTAL

**RESUMO** - A Amazônia brasileira é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo. Diante da importância econômica e ecológica deste bioma, estudos vêm sendo desenvolvidos visando aprimorar tecnologias de manejo florestal sustentável. O objetivo do presente estudo foi desenvolver uma metodologia para determinar a intensidade amostral ótima para os inventários florestais contínuos visando adequar-se ao Princípio 08 FSC (Forest Stewardship Council). Foram utilizados os dados de inventário 100% com mapeamento, realizado em 2006, cedidos mediante convênio celebrado entre a Orsa Florestal e a Universidade Federal de Viçosa – UFV. De posse do inventário 100% foi elaborado um simulador de plano de corte de acordo com as exigências descritas na instrução normativa nº 05/2006. Foram simulados cinco planos de corte com a intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e cinco planos de corte com a intensidade de corte de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , em seguida a área de estudo de 4.690 ha foi dividida em parcelas permanentes de 1 ha cada uma e todos os indivíduos remanescentes foram identificados nas suas respectivas parcelas. Na elaboração do algoritmo genético foram necessárias duas abordagens (A e B). A abordagem A visou maximizar o número de espécies amostradas com base nas intensidades amostrais pré-definidas de 1:1000, 1:750, 1:500, 1:250, 1:200. Já a abordagem B visou minimizar o número de parcelas permanentes para amostrar todas as espécies colhidas. A junção do sistema de informações geográficas – SIG e o algoritmo genético permitiram desenvolver uma metodologia para determinar a intensidade amostral ótima em inventário florestal contínuo – IFC atendendo as exigências do Princípio 08 do FSC. Não houve diferença significativa entre os números de espécies colhidas nas diferentes intensidades de corte. Não foi possível amostrar todas as espécies colhidas utilizando as intensidades amostrais pré-definidas. Para atender o Princípio nº 08 do FSC foi necessário intensidade amostral de 1:180 e de 1:165 para as intensidades de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  e  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , respectivamente.

Palavras – chave: Algoritmos Genéticos, Manejo Florestal, Certificação Florestal FSC, Monitoramento Florestal e Intensidade de Amostragem.

## **DETERMINATION OF SAMPLING INTENSITY IN CONTINUOUS FOREST INVENTORY, DENSE RAIN FOREST, EASTERN AMAZON**

**ABSTRACT** - The Brazilian Amazon is one of the most timber productive regions of the world. (On ) the economic and ecological importance of this biome, studies are being developed to improve technologies for sustainable forest management. The aim of this study was to determine the optimal sampling intensity for the continuous forest inventories in order to adapt to the Principle 08 FSC (Forest Stewardship Council). The study used data from a 100% inventory with mapping, conducted in 2006 transferred, under an agreement signed between Orsa Florestal and the Federal University of Viçosa - UFV. With possession of the 100% a simulator cutting plan was created in accordance with the requirements described in normative instruction in 05/2006. (It're simulated) Five cutting plan with the cut intensity off of  $22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and five cutting plan with the intensity of cutting  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , (then) were simulated study area of 4690 ha was split in permanent plots of 1 ha each and all remaining individuals were identified in their respective plots. The formulation of the genetic algorithm took two approaches (A and B). The approach A aimed to maximize the number of species sampled based on pre-defined sample intensities of 1:1000, 1:750, 1:500, 1:250, 1:200. The approach B was intended to minimize the number of permanent plots to sample all species harvested. The junction of geographic information system – GIS and the use of genetic algorithms has allowed to determine and establish the optimal sampling intensity, that is, that fits to Principle 08 of the FSC. There was no significant difference between the numbers of species harvested in different cutting intensities and cutting plans clipping planes. It was not possible to sample all (the) species using the predefined sample intensities. To meet the FSC Principle 8 it was necessary a sampling intensity of 1:180 and 1:165 for cutting intensities of  $22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  and  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectively.

**Keywords:** Genetic Algorithms, Forest Management, FSC Forest Certification Forest Monitoring and Sampling Intensity.

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia legal é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical no mundo (BRASIL, 2010). Em 2009, foram identificadas na Amazônia legal 2.226 empresas madeireiras em funcionamento, que extraíram cerca de 14,2 milhões de m<sup>3</sup> de toras, o equivalente a 3,5 milhões de m<sup>3</sup> de madeira serrada, gerando renda bruta de US\$ 4.94 bilhões. A exploração e o processamento industrial de madeira, bem como a mineração e a agropecuária são as principais atividades econômicas da região (LENTINI et al., 2005; VERÍSSIMO et al., 2006). O setor madeireiro impulsiona de forma direta a economia de dezenas de municípios da Amazônia brasileira. Em 2009, o setor gerou quase 204 mil empregos, dos quais 66 mil empregos diretos e 137 mil indiretos (BRASIL, 2010).

Coerentes com a elevada importância ecológica e socioeconômica do bioma são desenvolvidos estudos visando aprimorar as técnicas de manejo florestal para a produção madeireira e de produtos florestais não madeireiros na Amazônia legal. Entende-se por manejo florestal, a administração da floresta de modo a se obter benefícios econômicos e sociais, respeitando-se mecanismos de sustentação do ecossistema (BRASIL, 1994).

Para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal – PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na

Amazônia Legal brasileira, deve-se seguir procedimentos técnicos (BRASIL, 2006, 2009). Uma referência é o manejo sustentável da Orsa Florestal, realizado em 545 mil hectares de floresta nativa no Vale do Jari (PA), certificado pelo Forest Stewardship Council – FSC e reconhecido pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação – FAO, como um dos 25 modelos de excelência de projetos de manejo florestal na América Latina e Caribe (ORSA FLORESTAL, 2012).

A eficiência e sustentabilidade dos planos de manejo das florestas tropicais estão associadas à qualidade das operações de colheita florestal e à conservação da base de recursos florestais que lhes dão sustentação ecológica, econômica e social. Pelas características e importância destas florestas, a taxa de colheita de produtos florestais tem de ser compatível com o estoque de crescimento e com a taxa de regeneração, para que possa sustentar a quantidade extraída com o decorrer de sucessivos ciclos de corte (SOUZA, 2003).

Portanto, a certificação florestal surgiu nos últimos anos como um instrumento econômico e de proteção ambiental que visa atestar a qualidade ambiental dos planos de manejo florestal e está baseada em indicadores (adequar), critérios (atender) e princípios (cumprir). O trabalho proposto neste estudo está fundamentado no princípio nº 8 do FSC, intitulado “ monitoramento e avaliação” o qual determina que o monitoramento deve ser conduzido - apropriado à escala e à intensidade do manejo florestal - para que sejam avaliados a condição da floresta, o rendimento dos produtos florestais, a cadeia de custódia, as atividades de manejo e seus impactos ambientais e sociais (FSC, 2002).

## **HIPÓTESE**

A intensidade amostral empregada no inventário florestal contínuo não está em conformidade com o Princípio nº 08 do FSC.



## **2 OBJETIVO**

Desenvolver uma metodologia para determinar a intensidade amostral ótima em inventários florestais contínuos, Floresta Ombrófila Densa, visando atender as exigências de monitoramento em conformidade com o Princípio nº 08 do FSC.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área de estudo**

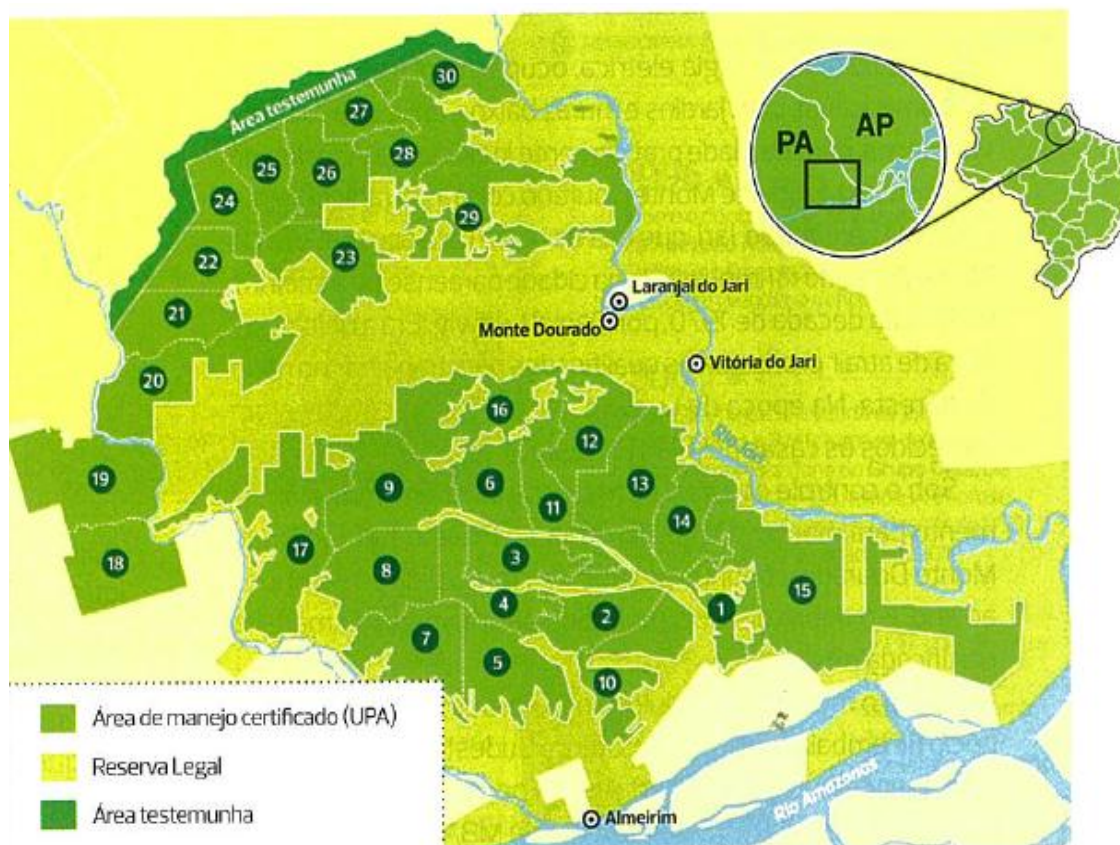
Foram utilizados os dados de inventário 100% com mapeamento, realizado em 2006, cedidos mediante convênio celebrado entre a Orsa Florestal e a Universidade Federal de Viçosa – UFV. A Orsa Florestal pertence à empresa Jari Celulose S.A., que é proprietária de uma área de 1.682.000 hectares distribuídos nos Estados do Pará e do Amapá, Brasil.

A área do Plano de Manejo Florestal Sustentável da empresa Orsa Florestal abrange aproximadamente 545 mil hectares no Estado do Pará e, concerne à área de reserva legal da empresa Jari Celulose S.A. Os dados utilizados neste trabalho foram provenientes da UPA 03, inventário 100% com mapeamento, que possui uma área manejada de 4.690 ha, localiza-se em Monte Dourado, no município de Almerim, Estado do Pará, e distante aproximadamente 453 km a noroeste de Belém (Figura 3).

O clima na região caracteriza-se por duas estações bem distintas: uma chuvosa, de janeiro a julho, e outra seca, de agosto a dezembro. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do subtipo Amw', quente, úmido e o mais frio desta categoria. A temperatura permanece estável durante o ano inteiro, situando-se na média mensal de 25,5 a 27,4 °C.

A média de precipitação pluviométrica anual da região é de 2.115 mm. Os totais mensais tendem a crescer durante o verão e, atingem o máximo no outono. Os meses de

março, abril e maio recebem cerca de 40% do total anual de chuvas. Durante o inverno as precipitações mensais diminuem progressivamente, atingindo o mínimo durante a primavera. Os meses de setembro a novembro totalizam apenas 8% do volume anual de chuvas (PIRES, 1991).



Fonte: Orsa Floresta, Globo Rural, 2012.

Figura 3 – Localização da área de estudo na região do Jari, município de Almerim, Estado do Pará.

### 3.2 Coleta de dados

Para execução do plano de manejo florestal destinado à produção madeireira, a empresa Orsa Florestal realizou um inventário de prospecção (censo), a fim de quantificar o volume de madeira por espécie e por área, a relação das espécies existentes, o número de árvores, a qualidade da madeira e a localização das árvores. A área de manejo florestal (AMF) foi subdividida em unidades de produção anual (UPA), e estas em unidades de trabalho (UT). O número de UTs varia de acordo com o tamanho

da UPA. As UTs perfazem 10 ha cada, com 250 m no sentido norte-sul e 400 m no sentido leste-oeste. Para facilitar a operacionalidade do censo com mapeamento, a UT foi subdividida em oito faixas de 250 m x 50 m (1,25 ha) cada.

O censo consistiu na localização, identificação e avaliação das árvores de valor comercial, árvores-matrizes, árvores com valor potencial para cortes futuros e árvores não comerciais. Os dados foram inseridos manualmente em uma ficha de campo, ou digitados em coletor de dados que dispõe de programa específico para o Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) e, todas as informações são utilizadas no planejamento da infra-estrutura da exploração. O modelo para o PMFS da Orsa Florestal contém informações tais como número das árvores, coordenadas para localização da árvore, identificação botânica das espécies, o diâmetro a 1,30 m de altura, altura comercial e qualidade do fuste, para árvores com DAP  $\geq$  35,0 cm.

O volume individual de cada árvore foi estimado por;

$$V (m^3) = (\pi * 40.000^{-1}) * (Dap^2) * H * fa * f$$

V = volume de madeira comercial, expresso em m<sup>3</sup>;

DAP = diâmetro a altura do peito, expresso em centímetros;

Hc = altura comercial em metros;

fa = fator de aproveitamento relacionado à proporção aproveitável do tronco;

f = fator de forma referente à conicidade da tora, geralmente igual a 0,7.

As classes de qualidade do fuste consideradas neste inventário para determinação do fator de aproveitamento relacionado à proporção aproveitável do tronco estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Classes de qualidade do fuste com suas respectivas descrições e aproveitamentos em porcentagem.

<b>Classe de qualidade dos fuste</b>	<b>Descrição</b>	<b>Aproveitamento (%)</b>
1	Possibilidade de aproveitamento de todo fuste	100
2	Aproveita a 1ª tora e a 2ª com restrições	70
3	Existem restrições na 1ª e 2ª tora, além de evidências de cupins	30
4	Sem valor comercial	0

### **3.3 Censo Florestal**

No inventário de prospecção ou censo com mapeamento das árvores com DAP igual ou maior que 35,0 cm foram contabilizadas 191.640 árvores, distribuídas em 540 espécies e 56 famílias, referentes a uma área inventariada de 4.690 hectares de floresta tropical de terra-firme na Amazônia. A estimativa de diversidade pelo índice de Shannon (H) foi de 4,52 (MEDEIROS, 2008).

### **3.4 Elaboração do Plano de Corte**

De posse do inventário censo 100% com mapeamento e com base nas restrições impostas pela instrução normativa nº 05/2006 e Resolução CONAMA nº 406/2009, foi desenvolvido o sistema para elaboração dos planos de corte utilizando o ambiente de programação *Visual Basic for Applications* em conjunto com o Microsoft Excel.

O artigo oitavo da Instrução Normativa Nº 05 (BRASIL, 2006) menciona o planejamento da exploração indicando nos incisos I e II, as seguintes restrições (Rj):

- R1 : manutenção de pelo menos 10% do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA, que atendam aos critérios de seleção para corte indicados no PMFS, respeitando o limite de manutenção de três árvores por espécie por 100 ha (cem hectares), em cada UT;
- R2 : manutenção de todas as árvores das espécies, cuja abundância de indivíduos com DAP superior ao Diâmetro Mínimo de Corte - DMC seja igual ou inferior a três árvores por 100 ha de área de efetiva exploração da UPA.
- R3 : no art. 7º, § 2º, fica estabelecido o Diâmetro Mínimo de Corte – DMC  $\geq$  50 cm.
- R4 : no art. 5º, inciso I, fica estabelecido a intensidade máxima de corte  $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para PMFS Pleno com ciclo de corte inicial de 35 anos.

### **3.5 Desenvolvimento do Sistema de Elaboração de Plano de Corte**

De posse do banco de dados do censo com mapeamento foi elaborada a rotina de programação, conforme descrito a seguir.

Primeiramente, foram aleatorizadas as árvores do banco de dados para que a sequência de cortes ficasse descontínua. Nesse passo, a listagem foi embaralhada, ou seja, a ordem do banco de dados foi completamente modificada para eliminar o efeito do sentido do caminhamento. Após a ordenação das árvores por espécie, foi determinado o número de indivíduos e a área basal por espécie e por hectare, identificando-se as árvores factíveis de exploração dentro do intervalo entre diâmetro mínimo (Dmin) e diâmetro máximo (Dmax). Em seguida se estabeleceu o Dmin de 50 cm (R3) e Dmax de 140cm. Assim, as árvores protegidas pelas restrições, foram selecionadas de forma aleatória, na seguinte ordem: R1 e R2.

Das árvores possíveis de exploração, totalizou-se o volume acumulado e escolheram-se aleatoriamente as árvores até atingir o máximo de árvores respeitando a restrição R4.

Por fim, ordenou-se novamente de acordo com a sequência original do banco de dados para apresentação dos resultados.

Após o desenvolvimento do sistema foram elaborados, através de simulação, cinco planos de corte com intensidade de corte de  $30\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ , de acordo com o máximo permitido pela legislação. Foram elaborados também cinco planos de corte com intensidade de  $22\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$  de acordo com o que é aplicado atualmente pelo Orsa Florestal (REVISTA GLOBO RURAL, 2012).

### **3.6 Análise dos dados**

Após a elaboração dos planos de corte, foram identificadas as espécies potenciais a serem colhidas. Em seguida, de posse do banco de dados remanescente e do polígono georreferenciado da UPA – 02, toda área foi dividida em parcelas de 1 ha, com dimensões de 100 x 100 m, totalizando 4.690 parcelas e, cada indivíduo foi identificado na sua respectiva parcela. Este procedimento foi realizado utilizando o software ArcGis 10. Por fim, após a identificação dos indivíduos remanescentes nas suas respectivas parcelas foi desenvolvido o algoritmo genético.

### **3.7 Algoritmo Genético**

O Algoritmo Genético (GA) foi implementado em uma rotina computacional utilizando o ambiente de programação *Visual Basic for Applications* em conjunto com o

microsoft Excel. Os testes com o algoritmo foram efetuados em um microcomputador Core i5, com memória RAM de 8 Gb.

As soluções (indivíduos) geradas para o problema em questão apresentaram o formato de um vetor  $V(x) = \{X_1, X_1, \dots, X_i\}$ , onde a variável de decisão  $X_i$  ( $X_i \in \{0,1\}$ ), simboliza a unidade amostral  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). Caso a parcela seja lançada, o valor da variável de decisão receberá 1, caso contrário 0.

Dois abordagens de implementação do algoritmo genético foram utilizadas sendo: Abordagem A: maximização do número de espécies amostradas, considerando intensidades amostrais pré-definidas, Abordagem B: minimização do número de parcelas amostradas, considerando a amostragem de todas as espécies.

### 3.7.1 Abordagem A

A abordagem A contemplou a maximização do número de espécies amostradas, considerando as intensidades amostrais pré-definidas de 1:1000, 1:750, 1:500, 1:250 e 1:200. De acordo com Silva et al. (2005) a intensidade amostral ideal é de 1 parcela para cada 250ha. Os indivíduos gerados em cada simulação supriam as exigências das intensidades amostrais pré-definidas. A função de aptidão do algoritmo genético é definida por:

$$Max. fitness = \sum_{i=1}^m c_i x_i$$

Em que,  $c_i$  representa o número de espécies amostradas com o lançamento da  $i$ -ésima parcela.

Neste estudo, a população inicial foi constituída de 100 indivíduos gerados aleatoriamente, considerando-se a viabilidade de cada solução para as intensidades amostrais. Os operadores genéticos utilizados foram a mutação e o *crossover*.

O *crossover* é o principal processo de busca do algoritmo: dois pais (soluções escolhidas dentro da população), quando selecionados para o cruzamento, produzem dois novos indivíduos. Utilizou-se o *crossover* de múltiplos pontos, onde os novos indivíduos são gerados por fragmentos de diversos pontos da sequência binária que constitui os seus pais. A mutação tem como função garantir que, se a população estabilizar em um máximo local, esta possa se deslocar para um ponto de máximo global. Na mutação, genes aleatórios em indivíduos aleatórios na população possuem

seus valores alterados aleatoriamente. Utilizou-se como mutação uma taxa de 0,6% de cada indivíduo da população.

A escolha dos indivíduos que continuarão na população ou que serão selecionados para reproduzir depende do método de seleção utilizado. Nesse trabalho, utilizou-se o método da roleta russa em que, após o cálculo do *fitness*, os indivíduos possuem diferentes possibilidades de seleção em função das suas aptidões. Como critério de parada do algoritmo utilizou-se a evolução de 100 gerações, sendo que cada algoritmo foi executado 10 vezes.

### 3.7.2 Abordagem B

A função de aptidão do algoritmo genético empregado nesse trabalho baseia-se na aplicação de penalidades à função objetivo, que consiste em minimização do número de parcelas amostradas. As penalidades impostas referem-se ao número de espécies amostradas. A função de *fitness* é apresentada a seguir:

$$\text{Min. fitness} = \sum_{i=1}^m c_i x_i - \alpha \left( N - \sum_{i=1}^m E_i x_i \right)^2$$

em que, N representa o número de espécies totais; e  $E_i$  representa o número de espécies amostrados com o lançamento da  $i$ -ésima parcela;

Como critério de parada do algoritmo utilizou-se 50.000 interações, sendo que cada algoritmo foi executado 5 vezes.



### 3.8 Fluxograma da metodologia proposta

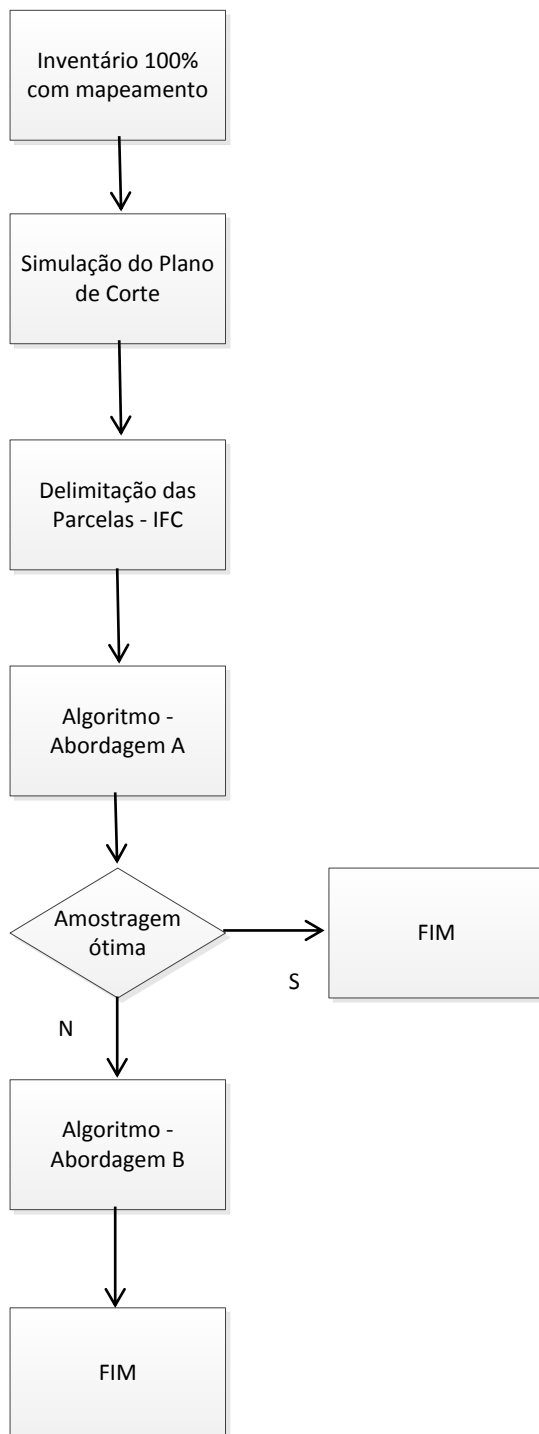


Figura 4 – Fluxograma da metodologia apresentada para estabelecer a amostragem ótima do Inventário Florestal Contínuo - IFC.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Planos de corte

Na Tabela 8 estão representados os resultados de todos os planos de corte por Intensidade de corte. Os resultados por espécies podem ser observados nas Tabela 15 e Tabela 16 (Apêndice A).

Tabela 8 – Resultados dos planos de corte para as intensidades de corte – IC de 22 e 30  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ , UPA 03 com área total de 4.690ha. Número de Espécies – N. espécies; Número de árvores – N; Área basal – B; Volume total – Vt

Plano de Corte	IC 22 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$				IC 30 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$			
	N. espécies	N	B	Vt	N. espécies	N	B	Vt
<b>1</b>	139	47.343	13.608	103.178	140	64.555	18.561	140.699
<b>2</b>	139	47.351	13.613	103.176	141	64.502	18.557	140.699
<b>3</b>	140	47.496	13.608	103.180	141	64.633	18.553	140.700
<b>4</b>	140	47.456	13.616	103.179	140	64.534	18.543	140.699
<b>5</b>	141	47.382	13.609	103.173	142	64.531	18.556	140.699
<b>Médias</b>	<b>140</b>	<b>47.406</b>	<b>13.611</b>	<b>103.177</b>	<b>141</b>	<b>64.551</b>	<b>18.554</b>	<b>140.699</b>

## 4.2 Abordagem A

Na Tabela 9, estão representados os resultados da intensidade amostral de 1:1000, totalizando 5 parcelas lançadas na área. Pode-se observar que houve variação entre as intensidades e planos de corte em relação à quantidade de espécies a serem amostradas no inventário florestal contínuo. Para a intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  estima-se uma média de 77 espécies amostradas o que equivale a 55% do total de espécies colhidas e, para intensidade de corte de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , estima-se uma média de 80 espécies amostradas, o que equivale a 57% do total de espécies colhidas. Os planos de corte com intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  apresentaram menor variação como pode-se observar através do coeficiente de variação (Tabela 9).

Tabela 9 – Análise dos resultados da abordagem A, média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao número de espécies amostradas para intensidade amostral de 1:1000 de cada plano de corte por intensidade de corte

Intensidade de corte	Plano de Corte	Mín	Média	Máx	Desvio	CV%
$22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$	1	79	82	84	1,95	2,37
	2	81	83	84	1,10	1,32
	3	78	81	83	1,92	2,38
	4	81	83	85	1,48	1,78
	5	83	85	88	2,00	2,35
Média		80	83	85	1,69	2,04
$30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$	1	77	82	85	3,27	4,00
	2	77	79	81	1,52	1,91
	3	78	81	83	2,30	2,86
	4	77	80	85	3,16	3,95
	5	78	82	87	3,29	3,99
Média		77	81	84	2,71	3,34

Na Tabela 10, estão representados os resultados que se referem à intensidade amostral de 1:750, totalizando 6 parcelas lançadas na área. Para a intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  estima-se uma média de 87 espécies amostradas o que equivale a 62% do total de espécies colhidas e, para intensidade de corte de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  estima-se uma média de 85 espécies amostradas o que equivale a 60% do total de espécies colhidas. Os planos de corte com intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  apresentaram menor variação como pode-se observar através do coeficiente de variação (Tabela 10).

Tabela 10 - Análise dos resultados da abordagem A, média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao número de espécies amostradas para intensidade amostral de 1:750 de cada plano de corte por intensidade de corte

Intensidade de corte	Plano de Corte	Mín	Média	Máx	Desvio	CV%
22 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	1	87	88	90	1,22	1,39
	2	87	90	94	3,00	3,33
	3	85	87	88	1,22	1,41
	4	87	89	90	1,10	1,23
	5	88	90	95	2,95	3,27
Média		87	89	91	1,90	2,13
30 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	1	86	86	87	0,55	0,63
	2	86	88	92	2,68	3,04
	3	86	87	89	1,10	1,26
	4	83	87	91	2,97	3,43
	5	84	89	95	4,74	5,33
Média		85	87	91	2,41	2,74

Na Tabela 11, estão representados os resultados referentes à intensidade amostral 1:500, totalizando 10 parcelas lançadas na área. Para a intensidade de corte de 22 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> estima-se uma média de 104 espécies amostradas o que equivale a 74% do total de espécies colhidas e para intensidade de corte de 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> estima-se uma média de 102 espécies amostradas o que equivale a 73% do total de espécies colhidas. Os planos de corte com intensidade de corte de 22 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> apresentaram menor variação como pode-se observar através do coeficiente de variação (Tabela 11).

Tabela 11 - Análise dos resultados da abordagem A, média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao número de espécies amostradas para intensidade amostral de 1:500 de cada plano de corte por intensidade de corte

Intensidade de corte	Plano de Corte	Mín	Média	Máx	Desvio	CV%
22 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	1	104	106	108	1,67	1,57
	2	103	105	108	1,79	1,70
	3	101	104	107	2,17	2,08
	4	105	106	107	0,89	0,84
	5	106	109	112	2,28	2,09
Média		104	106	108	1,76	1,66
30 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	1	101	104	108	2,55	2,45
	2	102	104	108	2,45	2,36
	3	101	104	107	2,19	2,11
	4	104	104	106	0,89	0,86
	5	101	104	107	2,19	2,11
Média		102	104	107	2,06	1,98

Na Tabela 12, estão representados os resultados referentes à intensidade amostral 1:250, totalizando 19 parcelas lançadas na área.

Para a intensidade de corte de 22 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> estima-se uma média de 124 espécies amostradas o que equivale a 88% do total de espécies colhidas e para intensidade de corte de 30m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> estima-se uma média de 123 espécies amostradas o que equivale a 87% do total de espécies colhidas (Tabela 12).

Tabela 12 - Análise dos resultados da abordagem A, média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao número de espécies amostradas para intensidade amostral de 1:250 de cada plano de corte por intensidade de corte

Intensidade de corte	Plano de Corte	Mín	Média	Máx	Desvio	CV%
22 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	1	123	124	125	0,89	0,72
	2	124	125	126	1,10	0,87
	3	123	125	129	2,68	2,15
	4	126	127	129	1,22	0,96
	5	125	126	128	1,52	1,20
Média		124	126	127	1,48	1,18
30 m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup>	1	123	124	126	1,14	0,92
	2	122	124	126	1,52	1,22
	3	123	125	127	2,00	1,60
	4	123	124	127	1,67	1,35
	5	124	125	127	1,14	0,91
Média		123	125	127	1,49	1,20

Na Tabela 13, estão representados os resultados referentes à intensidade amostral 1:200, totalizando 23 parcelas.

Para a intensidade de corte de  $22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  estima-se uma média de 128 espécies amostradas o que equivale a 91% do total de espécies colhidas e para intensidade de corte de  $30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  estima-se uma média de 128 espécies amostradas o que equivale a 91% do total de espécies colhidas.

Tabela 13 - Análise dos resultados da abordagem A, média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao número de espécies amostradas para intensidade amostral de 1:200 de cada plano de corte por intensidade de corte

Intensidade de corte	Plano de Corte	Mín	Média	Máx	Desvio	CV%
$22 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$	1	128	130	131	1,10	0,84
	2	129	130	130	0,45	0,34
	3	127	128	130	1,22	0,96
	4	129	131	132	1,30	1,00
	5	129	130	132	1,10	0,84
Média		128	130	131	1,03	0,80
$30 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$	1	129	130	131	0,84	0,64
	2	128	129	130	1,00	0,78
	3	128	129	131	1,30	1,01
	4	128	129	131	1,22	0,95
	5	127	129	132	1,95	1,51
Média		128	129	131	1,26	0,98

Analisando o coeficiente de variação constatou-se que as variações dos valores de *fitness* não divergiram muito da média, para todos os planos de corte e para todas as intensidades amostrais.

O maior CV encontrado foi de 5,33% para intensidade amostral de 1:750 plano cinco (Tabela 10) e o menor 0,34% para intensidade amostral de 1:200 plano dois (Tabela 13).

### 4.3 Abordagem B

Na Tabela 14, estão representados os resultados da intensidade amostral ótima. O objetivo foi amostrar todas as espécies colhidas minimizando o número de parcelas serem lançadas na área.

Para amostrar todas as espécies com intensidade de corte de 22 e 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> seriam necessárias 26 e 29 parcelas, respectivamente. Logo, a intensidade ótima seria de 1:180 e 1:165 para intensidade de corte de 22 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 14 - Análise dos resultados da abordagem B, média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação referente ao número ótimo de parcelas a serem lançadas para atender a lista de espécies colhidas para cada plano de corte e por intensidade de corte

Intensidade de Corte	Plano de Corte	N. de Espécies	Mín	Média	Máx	Desvio	CV%
22 m <sup>3</sup> ha-1	1	139	23	24	25	0,89	3,67
	2	139	28	29	30	1,10	3,75
	3	140	23	24	25	0,71	2,95
	4	140	24	25	27	1,41	5,66
	5	141	25	27	29	1,52	5,70
Média		140	25	26	27	1,13	4,34
30 m <sup>3</sup> ha-1	1	140	29	31	34	2,30	7,33
	2	141	20	25	30	4,36	17,44
	3	141	30	31	33	1,34	4,27
	4	140	22	24	25	1,34	5,68
	5	142	29	31	36	2,79	8,89
Média		141	26	29	32	2,43	8,72

Na Figura 5, está representado o comportamento da curva espécie x área com base nos diferentes planos de corte, para diferentes intensidades amostrais. Pode-se observar que o comportamento da curva é semelhante às duas intensidades de corte. Portanto, não houve diferença significativa em número de espécies amostradas nas diferentes intensidades amostras.

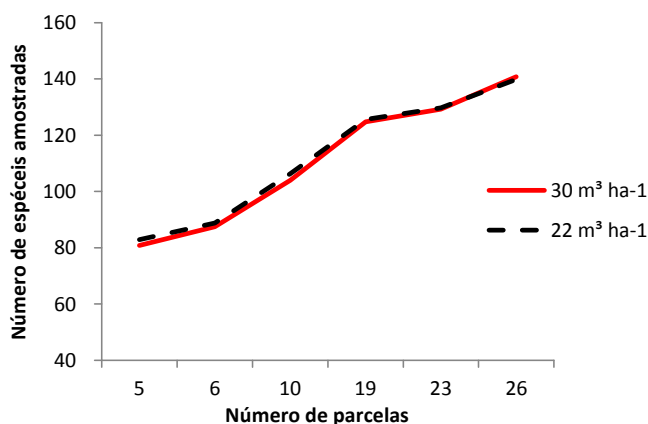


Figura 5 – Representação da curva espécie área nas diferentes intensidades de corte.

## 5 DISCUSSÃO

A utilização de algoritmos genéticos permitiu identificar a intensidade amostral ótima que atende ao Princípio Nº 8 do FSC (Tabela 14). Embora não existam estudos relacionando intensidade amostral com utilização de técnicas de simulação, programação matemática e algoritmos, pode-se observar a eficiência dessas ferramentas em trabalhos relacionados com outras áreas da ciência florestal tais como, Oliveira et al. (2002), Saraiva, et al. (1991), Berger, et al. (2003), Soares et al. (2003), Ducheyne et al. (2004); Rodrigues et al. (2004).

A certificação florestal tem o papel de atestar o produto que está sendo extraído da floresta. Com a certificação e a crescente demanda da população por produtos que respeitem as questões ambientais e sociais, estudos que incluam restrições que produzem efeitos benéficos sobre o bioma e a população local estão sendo requisitados. Portanto, a construção de modelos matemáticos, algoritmos e heurísticas para a elaboração de plano de manejo tem constituído um desafio para o planejamento florestal nas últimas décadas gerando assim, uma demanda de estudo (MOREIRA, 2008).

Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi desenvolver uma metodologia para determinar a intensidade amostral ótima no inventário florestal contínuo, de forma que todas as espécies colhidas fossem amostradas, garantindo o monitoramento das mesmas e sustentabilidade do ecossistema. Para tanto foram testadas cinco intensidades amostrais em duas intensidades de corte, com a finalidade de observar o



percentual das espécies colhidas em relação às espécies amostradas através das parcelas permanentes. As espécies não contempladas na amostragem com parcelas permanentes poderão ser amostradas através de outros métodos de forma a atender o Princípio nº 08 do FSC. Os resultados estão apresentados nas Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14.

As intensidades amostrais pré-definidas de 1:1000 até 1:200 analisadas neste estudo não conseguiram atender as exigências do Princípio nº 08 impostas pelo FSC, que refere-se ao monitoramento de todo o produto extraído da floresta. Apesar do manual de parcela permanente para florestas de terra firme indicar a intensidade amostral de 1:250 como ideal para monitoramento florestal neste bioma (Silva et al., 2005).

O percentual das espécies amostradas nas intensidades amostrais pré-definidas variou de 55% a 91% das espécies colhidas. No entanto, para atender a exigência do FSC neste estudo, é preciso utilizar uma intensidade amostral de 1:180 para intensidade de corte de  $22\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  e de 1:165 para intensidade de corte de  $30\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (Tabela 14).

Para atender a exigência do FSC utilizando as intensidades amostrais pré-definidas (Abordagem A) sugere-se necessário realizar uma amostragem por indivíduo para as espécies que não foram contempladas no inventário florestal contínuo.

A determinação da intensidade amostral ótima somente foi possível pela junção de duas técnicas distintas: o sistema de informações geográficas – SIG e o algoritmo genético, tendo como resultado o desenvolvimento da metodologia eficiente e eficaz descrita neste trabalho e podendo ser empregada em outros casos com eficiência.

## 6 CONCLUSÕES

Não foi possível atender as exigências do princípio oitavo do FSC utilizando as intensidades amostrais pré-definidas aplicadas nesta operação.

A junção do sistema de informação geográfica - SIG e a aplicação do algoritmo genético permitiram desenvolver metodologia capaz de identificar a intensidade amostral ótima para atender a restrição imposta pelo FSC.

A intensidade amostral ótima neste estudo foi de 1:180 e 1:165 para intensidades de corte de 22 e 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto n.º 1.282, de 19 de outubro de 1994, Regulamenta os arts. 15, 19, 20 e 21 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 20 de setembro de 1994.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa Nº 5, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável-PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 1**. Brasília, 13 de dezembro de 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 406, de 2 de fevereiro de 2009. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável- PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil, n. 26**. Brasília, 2 de fevereiro de 2009.

BRASIL. Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil: dados de 2005-2010**, Brasília, 2010.

BERGER, R.; JR TIMOFEICZYK, R.; CARNIERI, C. LACOWICZ, P. G.; JUNIOR SAWINSKI, J.; BRASIL, A. A. Minimização de Custos de Transporte Florestal Com a Utilização da Programação Linear. **Revista Floresta** . v. 33, p. 53-62, 2003.

DUCHEYNE, E. I.; DE WULF, R.; DE BAETS, B. Single versus multiple objective genetic algorithms for solving the even-flow forest management problem. **Forest Ecology and Management**, v.201 (2/3), p. 259-273. 2004.

FSC – Forest Stewardship Council. **Padrões de Certificação do FSC para Manejo Florestal em Terra-Firme na Amazônia Brasileira**. Brasília-DF: CBMF – Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (FSC Brasil), março de 2002.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. 2005. **Fatos florestais da Amazônia 2005**. Belém: Imazon. 141 p.

MEDEIROS, R. M. **Estratificação Volumétrica e Crescimento em uma Floresta Ombrófila Densa, Município de Almeirim, Estado Do Pará. 87f. 2008**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.

MOREIRA, J. M. M. A. O. **A incorporação de corredores de conectividade em problemas de otimização para o planejamento de florestas industriais**. 2008. 123f. Dissertação (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. 2008.

PIRES, M. J. P. **Phenology of selected tropical trees from Jari, Lower Amazon, Brazil**. 1991. 322 p. Ph.D. thesis, University of London, 1991.

OLIVEIRA, F.; PATIAS, N. M.; SANQUETTA, C. R. Aplicação de Goal Programming em um problema florestal. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 89-98, 2002.

ORSA FLORESTAL. **FAO referenda manejo sustentável da Orsa Florestal como caso exemplar na América Latina e no Caribe**.

[http://www.orsaflorestal.com.br/noticia/manejo\\_sustentavel.php](http://www.orsaflorestal.com.br/noticia/manejo_sustentavel.php). Acesso em: 3 de agosto de 2012.

REVISTA GLOBO RURAL. **Lucro verde na floresta**, março, 2012.

RODRIGUES, F. L.; LEITE, H. G.; SANTOS, H. N.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S. Metaheurística simulates anelring para solução de problemas de planejamento florestal com restrições de integridade. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.247-256, 2004.

SARAIVA, O. M. N. **Contribuição ao Estudo da Aplicação do Uso Múltiplo no Planejamento de Florestas Nacionais**. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal de Viçosa), Viçosa-MG, 1991.

SILVA, J.N.M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVELHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Belém, PA - Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 68 p.

SOARES, T. S.; VALE, A. B.; LEITE, H. G.; MACHADO, C. C. Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais. **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 811-820, 2003.

SOUZA, D.R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme, Amazônia Oriental**. 135f. 2003. Tese (Doutorado Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA JR.; C., CELENTANO, D.; SALOMÃO, R.; PEREIRA, D. & BALIEIRO, C. 2006. **Áreas para produção florestal manejada: Detalhamento do Macrozoneamento Ecológico Econômico do Estado do Pará**. Relatório para o Governo do Estado do Pará.

## APÊNDICE A

Tabela 15 – Resultado da simulação dos cinco planos de corte para UPA 03 com área total de 4.690ha para intensidade de corte 22 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, número de árvore por espécie – N; Área basal por espécie – B; Volume total por espécie – Vt

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Pouteria spruceana</i> (Mart. & Miq.) Baehni	9	1,87	12,40	10	1,96	13,92	10	2,05	14,19	10	2,07	14,06	10	1,87	11,49
<i>Radlkoferella macrocarpa</i> (Huber) Aubrév.	245	48,42	356,73	233	46,42	339,32	249	49,00	353,79	239	47,49	345,95	236	46,82	343,24
<i>Pouteria jariensis</i> Pires & T.D. Penn.	111	22,38	154,43	108	22,08	151,95	108	21,48	148,73	117	23,47	163,63	107	21,27	146,11
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	9	1,82	11,63	8	1,48	9,88	11	2,12	14,10	5	0,92	6,87	9	1,83	12,01
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	247	73,85	595,42	229	68,46	549,58	272	79,29	631,33	273	80,68	650,72	270	77,60	630,45
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	2.487	537,26	3.877,88	2.447	533,28	3.867,73	2.509	546,03	3.955,28	2.478	539,68	3.911,99	2.484	540,48	3.918,14
<i>Batesia floribunda</i> Spruce ex Benth.	40	7,70	51,42	42	8,16	56,35	54	10,12	71,90	45	8,70	60,65	41	7,91	54,78
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	1.791	533,91	4.155,14	1.791	536,75	4.173,51	1.786	532,89	4.157,95	1.831	545,57	4.249,96	1.833	549,26	4.277,85
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	-	-	-	-	-	-	1	0,26	1,52	-	-	-	-	-	-
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	133	28,54	233,14	114	23,71	188,51	133	28,02	226,66	131	27,25	216,49	134	28,99	232,66
<i>Macoubea guianensis</i> Aubl.	71	17,52	132,60	63	14,51	110,05	65	15,18	113,66	70	16,07	122,41	78	17,94	132,71
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	820	206,82	1.674,45	784	197,96	1.593,25	797	200,51	1.610,23	785	197,64	1.593,52	822	208,89	1.677,40
<i>Thyrsodium guianense</i> Aubl.	4	0,86	5,39	2	0,36	2,48	2	0,36	1,89	1	0,18	1,42	2	0,36	2,12
<i>Licania octandra</i> (Hoffm. ex Roem. & Schult.) Kuntze	53	10,01	64,42	58	10,98	69,85	55	10,39	65,11	61	11,72	71,25	49	9,34	56,54
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	19	3,92	29,35	18	3,68	28,07	24	5,10	37,70	20	4,66	34,27	20	4,16	29,97
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	2.884	1.796,79	14.176,63	2.837	1.771,59	14.001,17	2.810	1.759,65	13.939,93	2.854	1.769,35	13.998,49	2.832	1.777,88	14.084,78

Continua...

Tabela 15, Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	137	48,88	369,04	144	52,76	406,19	135	52,49	402,46	128	47,41	372,06	130	49,95	386,93
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	165	60,86	453,99	176	64,99	489,19	173	65,37	488,55	180	66,83	491,42	166	63,17	476,21
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	13	2,64	17,40	12	2,32	15,65	12	2,36	16,22	12	2,44	16,08	17	3,46	23,35
<i>Aspidosperma eleanum</i> Markgr.	26	5,14	42,51	25	4,93	40,26	22	4,40	36,87	25	4,87	38,72	21	4,44	36,70
<i>Astronium obliquum</i> Griseb.	44	9,48	85,03	42	8,91	78,02	42	8,87	78,23	41	8,62	76,49	41	8,35	75,56
<i>Ferdinandusa paraensis</i> Ducke	10	2,04	14,22	11	2,17	13,97	13	2,61	16,66	13	2,61	17,53	11	2,11	13,70
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	27	5,29	33,65	24	4,94	31,90	22	4,54	28,17	24	4,87	30,59	26	5,31	31,70
<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	-	-	-	-	-	-	1	0,18	1,42	1	0,18	1,30	2	0,49	3,02
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	182	73,50	563,09	182	73,76	578,54	175	71,83	555,38	187	75,04	565,65	169	68,92	521,43
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) March.	7	1,84	13,09	5	0,98	5,70	7	1,76	12,58	2	0,33	2,10	4	1,32	9,55
<i>Anacardium giganteum</i> Hanck ex Engl.	178	46,23	349,85	183	48,03	365,11	184	48,26	367,95	174	45,11	338,89	179	47,16	357,89
<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	13	2,90	23,11	10	2,09	16,36	13	2,92	23,96	9	1,87	14,61	12	2,45	19,45
<i>Licania micrantha</i> Miq.	1.239	245,41	1.805,69	1.229	241,03	1.783,30	1.255	246,00	1.813,27	1.232	241,26	1.777,70	1.243	245,27	1.810,34
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	46	8,72	66,48	35	6,76	50,73	29	5,58	43,51	34	6,68	52,08	46	8,72	66,48
<i>Couepia</i> sp.	11	2,07	15,46	8	1,45	9,86	8	1,41	9,55	8	1,41	10,32	6	1,16	8,98
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	311	104,79	749,64	312	104,45	737,71	306	100,05	704,06	317	100,63	694,98	309	98,79	690,29
<i>Eschweilera paniculata</i> (O.Berg) Miers	233	51,77	421,92	247	57,44	467,96	246	56,56	461,19	251	57,28	472,01	245	56,73	467,45
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	14	2,69	17,68	18	3,42	24,23	17	3,22	22,43	16	2,88	20,36	20	3,72	25,53
<i>Parkia oppositifolia</i> Spruce ex Benth.	307	65,86	440,01	311	68,32	453,89	310	68,55	461,17	316	70,15	476,40	291	64,31	432,80
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	557	157,80	1.127,60	561	161,27	1.156,99	575	161,89	1.155,84	563	161,04	1.159,37	563	160,10	1.139,62
<i>Dipteryx magnifica</i> Ducke	687	206,65	1.411,24	665	201,46	1.374,69	690	205,12	1.407,87	669	207,51	1.418,59	685	205,81	1.420,48

Continua...

Tabela 15, Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	2.703	669,08	4.514,37	2.721	672,63	4.534,02	2.697	666,22	4.474,57	2.695	665,90	4.468,27	2.682	660,80	4.436,08
<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhlm.	115	28,78	219,04	122	32,05	247,63	116	29,78	232,05	129	32,87	249,22	124	33,32	258,13
<i>Hirtella piresii</i> Prance	66	13,78	94,61	60	12,18	85,32	71	14,49	97,76	63	13,68	92,93	63	12,71	87,73
<i>Vatairea erythrocarpa</i> (Ducke) Ducke	123	27,40	217,07	105	23,62	185,32	125	27,98	223,87	124	28,49	227,39	117	27,15	212,80
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	437	182,18	1.320,86	431	185,28	1.353,38	430	184,21	1.345,00	421	180,88	1.314,46	407	170,59	1.240,17
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	209	59,73	443,13	181	52,06	380,40	187	53,28	395,50	204	57,69	420,73	198	58,76	436,26
<i>Swartzia panacoco</i> Cowan.	28	5,84	40,87	18	3,79	26,35	24	5,36	36,93	22	4,85	35,32	22	4,98	34,96
<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	6	1,19	9,65	5	1,05	6,40	4	0,84	5,65	7	1,31	9,31	6	1,16	8,51
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	-	-	-	1	0,18	1,18	-	-	-	-	-	-	1	0,18	1,18
<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schwacke & Mez	1.532	478,56	3.352,18	1.611	505,76	3.548,96	1.572	495,23	3.446,00	1.606	504,48	3.534,24	1.565	487,24	3.406,05
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	160	48,27	348,73	171	54,15	389,69	165	49,61	360,15	181	51,51	365,28	184	53,64	383,68
<i>Erismia uncinatum</i> Warm.	254	90,47	724,39	265	98,16	781,42	254	95,23	754,58	232	84,86	672,15	257	95,78	754,69
<i>Lecythis poiteaui</i> O.Berg	325	70,72	493,92	350	76,90	535,72	339	74,47	516,24	335	74,20	517,49	330	72,56	509,43
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	456	147,55	1.239,78	448	146,43	1.234,83	447	142,21	1.196,46	431	137,81	1.154,83	427	136,47	1.147,99
<i>Neea constricta</i> Spruce ex J.A. Schmidt	11	2,53	17,84	7	1,38	9,08	10	2,16	16,51	11	2,34	17,26	17	4,00	31,09
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	50	9,67	54,91	60	11,82	72,13	47	9,25	54,38	59	11,74	74,06	61	11,94	70,09
<i>Persea jariensis</i> Vattimo	94	20,63	157,76	91	19,70	146,04	89	17,85	134,52	96	20,73	157,31	81	18,02	134,58
<i>Aniba squarensis</i> Vatlimo Gil	19	4,00	30,28	27	5,47	41,95	27	5,77	46,45	21	4,37	35,07	18	3,85	29,36
<i>Licaria cannella</i> (Meisn.) Kosterm.	1	0,18	1,30	-	-	-	1	0,26	2,37	-	-	-	1	0,18	1,30
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	24	4,62	33,43	28	5,30	39,75	30	5,75	42,32	34	6,57	47,55	34	6,64	48,35

Continua...



Tabela 15, Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Eschweilera rosea</i> (Poepp) Miers.	69	14,42	113,61	72	15,24	120,27	71	14,91	119,59	69	14,37	113,88	74	15,76	125,76
<i>Qualea albiflora</i> Warm.	1.645	479,60	3.875,56	1.609	468,09	3.778,19	1.588	459,99	3.711,53	1.624	478,50	3.870,01	1.591	465,16	3.744,47
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	2.646	785,04	6.201,07	2.659	780,41	6.164,21	2.657	777,20	6.153,04	2.680	783,38	6.194,19	2.622	769,09	6.089,80
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) Chevalier	2.252	503,60	3.683,66	2.310	513,18	3.761,90	2.265	504,89	3.697,16	2.308	511,25	3.726,43	2.303	511,73	3.752,18
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	54	13,92	104,71	47	12,39	100,04	47	12,51	96,27	52	12,51	100,64	52	12,59	100,95
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	1.578	440,16	3.673,62	1.637	460,56	3.856,49	1.664	468,18	3.921,05	1.595	444,33	3.711,70	1.642	461,21	3.836,30
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	69	15,02	102,39	79	16,58	114,53	74	16,17	108,72	66	13,93	96,46	75	16,28	112,25
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne.& Planch.	20	3,91	32,61	13	2,81	23,70	16	3,17	26,12	9	1,74	13,82	12	2,65	21,77
<i>Mouriri brachyantha</i> Ducke	38	7,41	47,40	41	8,22	53,23	38	7,34	48,83	47	9,10	60,49	40	7,93	52,33
<i>Emmotum fagifolium</i> Desv.	36	7,94	54,79	33	7,26	48,49	38	8,14	54,51	32	7,02	47,58	37	8,11	55,63
<i>Couepia robusta</i> Huber	25	5,37	43,10	27	5,69	45,37	32	7,53	56,06	27	6,09	46,34	31	6,51	49,71
<i>Parinari excelsa</i> Sabine	2.588	642,55	4.962,39	2.643	656,67	5.068,53	2.652	660,08	5.092,35	2.654	656,62	5.073,64	2.557	635,49	4.903,97
<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	543	114,06	802,81	551	117,07	818,73	545	116,79	822,32	539	113,44	802,73	527	111,29	780,18
<i>Chimarrhis turbinata</i> DC.	958	254,87	1.980,47	936	250,07	1.938,80	950	246,97	1.912,96	961	254,16	1.977,74	957	252,31	1.958,73
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	257	54,95	432,93	282	60,27	476,28	266	56,81	447,52	266	58,03	456,18	296	62,91	493,71
<i>Apeiba burchellii</i> Sprague	79	17,77	121,74	115	25,22	171,84	88	19,58	129,56	100	22,84	156,23	93	21,39	146,28
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	46	14,75	110,54	49	17,20	128,40	48	14,96	109,55	45	15,72	119,66	46	15,00	104,19
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	195	85,22	569,83	209	88,91	597,10	206	90,16	602,15	213	93,30	617,98	213	93,65	635,11
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	456	130,24	868,40	474	137,13	913,36	477	138,21	913,63	459	130,81	856,34	470	133,06	869,55
<i>Swartzia polyphylla</i> A.DC.	868	357,54	2.739,91	857	345,42	2.636,40	867	350,22	2.702,95	869	353,36	2.713,27	879	349,80	2.667,34
<i>Vochysia divergens</i> Pohl.	17	3,60	27,85	15	3,43	26,57	19	4,51	36,69	16	3,56	29,48	18	4,17	33,28

Continua...

Tabela 15, Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Vochysia splendens</i> Spruce ex Warm.	57	13,89	110,88	51	12,23	96,49	45	10,52	83,42	48	11,18	88,73	57	13,59	108,82
<i>Vochysia obscura</i> Warm.	1.058	238,68	1.915,33	1.070	243,10	1.954,62	1.077	243,83	1.967,16	1.050	237,72	1.903,76	1.057	241,64	1.945,65
<i>Pouteria anomala</i> (Pires) T.D.Penn.	175	36,54	263,36	192	39,91	288,74	195	40,56	292,27	194	40,20	288,58	201	41,04	296,90
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	8	1,74	11,22	7	1,38	9,43	4	0,83	6,50	2	0,58	4,38	4	0,79	5,50
<i>Pouteria</i> sp.	9	1,88	13,72	8	1,79	12,21	12	2,51	18,03	8	1,90	13,82	7	1,53	12,12
<i>Couma guianensis</i> Aubl.	43	9,15	71,16	34	7,40	57,74	36	7,49	58,15	42	8,74	69,77	37	7,63	60,53
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	449	99,30	764,17	462	103,10	795,93	464	102,38	797,81	470	103,98	804,24	436	96,04	739,96
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff.	160	34,52	260,68	159	34,63	266,27	172	37,20	284,80	165	35,53	275,78	168	37,74	287,93
<i>Tachigali alba</i> Ducke	1.005	244,12	1.856,41	991	240,25	1.823,83	1.027	250,98	1.898,34	1.004	245,74	1.873,37	974	233,76	1.768,02
<i>Sclerolobium melinonii</i> Harms	227	52,05	400,18	239	55,34	424,09	220	49,85	379,62	231	53,41	410,04	222	51,07	387,46
<i>Sclerolobium tinctorium</i> Benth.	144	31,24	226,39	130	28,67	210,92	133	28,03	205,67	144	32,77	243,10	132	28,91	213,86
<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke	1.892	450,36	3.451,80	1.875	444,13	3.382,79	1.921	456,29	3.485,73	1.880	445,32	3.403,35	1.911	451,77	3.453,79
<i>Sclerolobium melanocarpum</i> Ducke	128	37,93	291,22	116	37,19	286,66	119	36,93	283,91	118	35,39	267,41	114	35,39	269,75
<i>Terminalia amazonica</i> (J.F.Gmel.) Exell.	188	50,45	393,36	191	51,34	405,62	173	47,07	375,26	171	45,35	359,63	172	46,71	371,14
<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	125	31,50	251,33	115	30,93	246,27	120	30,44	242,69	110	27,58	218,31	118	29,85	239,05
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	91	24,01	201,97	81	20,79	172,66	80	20,59	174,05	78	20,41	172,12	81	21,54	179,01
<i>Tachigali</i> sp.	444	96,16	703,77	457	100,69	743,27	423	92,11	684,04	452	98,99	733,09	455	99,40	731,88
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	769	240,97	1.859,91	737	230,13	1.760,73	763	239,57	1.849,55	741	239,76	1.854,81	765	241,94	1.853,98
<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	55	12,21	89,50	50	10,61	80,16	60	12,94	101,46	49	10,81	83,66	54	11,36	87,50
<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	98	18,97	136,01	90	17,34	126,71	107	20,63	150,25	100	19,38	139,86	95	18,32	131,31
<i>Parinari montana</i> Aubl.	120	27,89	211,37	119	28,64	220,27	102	23,92	181,79	110	24,68	186,48	116	27,33	209,27

Continua...

Tabela 15, Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St-Hil.	36	8,79	65,02	49	11,45	80,77	44	10,76	71,52	53	13,09	86,76	41	9,48	64,55
<i>Sloanea</i> sp.	21	5,29	38,14	18	3,83	27,86	17	3,79	27,30	17	4,01	29,91	21	5,06	37,64
<i>Sloanea grandis</i> Ducke	-	-	-	1	0,18	1,42	-	-	-	2	0,58	4,54	-	-	-
<i>Antonia ovata</i> Pohl	17	3,71	23,99	12	2,66	17,27	16	3,12	20,19	13	2,81	19,03	19	3,80	26,17
Não-identificada	6	1,18	8,34	6	1,17	8,14	6	1,19	8,96	3	0,55	4,04	1	0,23	1,81
<i>Coroupita paraensis</i> Aublet	24	5,76	42,32	24	5,84	43,17	24	6,19	45,21	17	4,05	27,65	19	4,93	37,10
<i>Dipteryx intermedia</i> Ducke	93	25,24	167,23	95	28,42	194,87	103	29,56	202,04	99	28,40	189,94	99	29,36	199,98
<i>Inga paraensis</i> Ducke	4	0,78	4,83	5	0,86	5,57	7	1,50	11,68	2	0,37	2,38	4	0,74	5,06
<i>Glycydendron</i> sp.	234	93,62	718,65	216	88,48	663,46	220	92,16	700,14	215	88,74	682,70	218	88,51	676,48
<i>Astronium gracile</i> Engl.	67	15,76	137,09	71	18,00	162,63	68	16,77	152,20	74	18,25	163,78	63	14,14	125,85
<i>Corytophora rimosa</i> W.Rodrigues	35	7,88	62,59	27	6,74	54,14	31	7,13	56,05	33	7,56	62,41	27	6,33	50,95
<i>Guarani amapaensis</i> Mart.	52	10,34	71,74	53	10,78	74,68	53	10,56	72,89	62	12,33	85,12	61	12,20	85,26
<i>Pouteria japuna</i> Pires	109	24,04	166,91	102	22,35	156,11	105	21,87	151,13	106	23,14	162,82	110	23,26	160,88
<i>Pouteria krukovii</i> (A.C. Sm.) Baehni	11	2,28	18,07	13	2,57	18,53	7	1,29	8,50	12	2,49	18,93	15	3,04	22,42
<i>Lueheopsis rosea</i> Burret	78	17,63	142,73	70	15,44	123,76	67	14,41	114,77	81	18,27	148,12	82	18,62	150,04
<i>Hymenolobium flavum</i> Kleinh.	32	11,05	79,57	35	11,02	83,87	33	11,65	87,13	27	8,00	61,72	38	13,66	105,42
<i>Trattinnickia burseraefolia</i> (Mart.) Willd.	48	17,59	140,73	44	17,90	142,10	44	15,14	120,52	48	18,62	144,58	43	18,14	144,82
<i>Licania robusta</i> Sagot	222	44,09	333,11	215	42,43	317,92	218	43,15	324,60	224	44,46	335,88	229	45,37	341,16
<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	3	0,54	4,66	2	0,33	2,59	3	0,59	5,39	4	0,72	6,28	1	0,22	1,57
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	272	57,55	367,60	266	56,33	363,10	284	59,90	389,51	262	54,89	352,53	263	56,12	357,93
<i>Helicostylis pedunculata</i> R.Benoist	37	8,04	58,76	41	8,47	62,18	42	9,11	65,70	39	7,77	56,66	35	7,15	52,15
<i>Mouriri</i> sp.	404	94,95	694,82	413	97,74	716,10	386	91,24	663,99	400	93,12	676,61	417	96,79	708,48

Continua...

Tabela 15, Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Licania latifolia</i> Benth. ex Hook.	9	1,77	12,73	10	2,09	14,04	8	1,56	10,07	8	1,53	10,19	6	1,23	7,69
<i>Qualea wittrockii</i> Malme.	203	70,89	537,28	204	71,10	537,19	196	69,67	522,00	196	70,52	530,34	210	73,07	546,37
<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	54	11,16	81,16	55	11,36	83,85	53	10,89	79,56	58	12,16	86,82	56	11,45	81,11
<i>Pithecellobium elegans</i> Ducke	304	82,85	553,70	316	86,86	586,22	322	86,82	588,63	322	87,54	588,38	323	87,56	589,98
<i>Macrosamanea pedicellari</i> (DC.) Kleinh.	553	182,93	1.235,39	545	175,93	1.174,74	550	176,21	1.174,54	531	174,27	1.160,23	532	173,83	1.172,44
<i>Mouriri callocarpa</i> Ducke	80	17,16	129,13	64	14,10	105,67	67	14,29	105,35	76	16,18	119,30	76	16,20	121,55
<i>Mouriri brevipes</i> Gardner & Hook.	14	2,61	19,00	18	3,37	24,45	8	1,54	11,09	6	1,13	8,08	16	3,10	22,86
<i>Vochysia vismiaefolia</i> Spruce ex Warm.	208	50,61	397,43	204	50,01	396,22	190	47,96	380,02	184	45,22	351,26	215	53,47	421,32
<i>Diplotropis racemosa</i> (Hoehne) Amshoff.	108	29,02	224,74	105	27,88	215,12	118	30,70	235,86	107	28,99	225,52	95	24,98	193,77
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & Knuth	61	18,30	157,85	57	16,54	142,03	45	12,63	104,11	47	13,83	113,02	59	16,40	139,91
<i>Sloanea cuneifolia</i> Mart.	7	1,87	14,43	6	1,27	10,25	9	2,22	16,20	6	1,47	10,49	7	1,62	12,74
<i>Sloanea obtusa</i> Planch. ex Benth.	17	3,35	22,20	17	3,49	24,72	12	2,36	17,07	14	2,66	18,12	20	4,12	28,46
<i>Hymenolobium sericeum</i> Ducke	16	4,21	30,89	15	3,96	29,29	19	5,29	38,21	11	3,49	25,93	16	4,77	36,28
<i>Pithecellobium decandrum</i> Ducke	253	57,67	381,16	255	59,15	397,53	258	58,29	389,69	251	57,22	388,57	252	57,31	380,50
<i>Swartzia acuminata</i> Willd.	104	46,04	353,29	99	43,67	328,37	102	44,32	334,67	104	41,69	309,46	96	46,31	353,21
<i>Qualea rosea</i> Aubl.	1.000	295,49	2.346,54	1.022	302,91	2.393,68	988	293,19	2.316,39	1.002	296,89	2.347,66	1.035	311,25	2.466,00
<i>Pouteria rodriguesiana</i> Pires & T.D. Penn.	56	11,49	88,33	60	11,94	90,78	69	14,16	108,20	69	13,89	104,50	72	14,20	107,34
<i>Helicostylis</i> sp.	75	16,25	112,46	65	14,41	99,89	75	17,03	120,91	84	18,15	128,35	77	17,02	120,48
<i>Chrysophyllum pomiferum</i> (Eyma) T.D.Penn.	74	23,21	183,03	66	21,76	174,78	80	24,57	199,37	70	22,30	179,97	75	25,09	196,68
<i>Aspidosperma paraensis</i> A.DC	700	214,64	1.734,75	677	198,33	1.597,54	707	208,31	1.681,55	714	218,91	1.773,25	693	213,01	1.735,41
<i>Pouteria</i> sp.	39	7,74	55,22	47	9,13	65,57	49	9,68	68,65	47	9,40	67,90	48	9,64	69,61

Continua...

Tabela 15. Cont ...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Pouteria amazonica</i> Radlk.	176	35,93	261,70	188	38,46	280,71	176	36,14	262,65	165	33,89	248,29	178	36,54	266,74
<b>Total</b>	<b>47.343</b>	<b>13.608,23</b>	<b>103.178,32</b>	<b>47.351</b>	<b>13.612,88</b>	<b>103.176,12</b>	<b>47.496</b>	<b>13.608,28</b>	<b>103.179,82</b>	<b>47.456</b>	<b>13.615,82</b>	<b>103.178,87</b>	<b>47.382</b>	<b>13.609,05</b>	<b>103.173,15</b>

Tabela 16 – Resultado da simulação dos cinco planos de corte para UPA 03 com área total de 4.690ha para intensidade de corte 30 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, número de árvore por espécie – N; Área basal por espécie – B; Volume total por espécie – Vt

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Pouteria spruceana</i> (Mart. & Miq.) Baehni	15	2,80	19,48	10	2,13	14,39	8	1,62	12,39	18	3,41	22,67	12	2,48	17,69
<i>Radlkoferella macrocarpa</i> (Huber) Aubrév.	319	63,74	463,17	326	65,17	474,08	322	64,05	467,10	328	65,12	473,81	330	65,56	477,14
<i>Pouteria jariensis</i> Pires & T.D. Penn.	152	30,36	212,95	158	31,87	224,61	151	30,98	214,20	151	30,35	209,59	158	32,25	223,94
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	8	1,69	12,37	16	3,02	19,70	12	2,35	16,59	11	2,18	14,09	12	2,30	15,56
<i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni	345	101,95	820,16	358	105,18	841,74	356	106,16	855,31	347	103,02	836,59	343	100,96	813,53
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	3.391	738,44	5.352,08	3.393	738,39	5.349,04	3.384	737,36	5.347,59	3.427	744,30	5.390,27	3.393	739,94	5.356,72
<i>Batesia floribunda</i> Spruce ex Benth.	66	12,48	85,49	61	11,84	82,04	58	11,29	76,75	58	11,14	77,27	65	12,51	86,44
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	2.474	739,78	5.749,90	2.465	737,96	5.749,34	2.467	736,95	5.723,70	2.489	743,14	5.781,79	2.445	733,28	5.695,74
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	-	-	-	1	0,18	1,30	-	-	-	-	-	-	3	0,70	4,98
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	172	35,76	288,00	188	39,73	318,07	175	38,03	303,58	182	38,71	309,77	171	36,14	290,68
<i>Macoubea guianensis</i> Aubl.	91	20,54	154,68	91	22,29	168,54	90	22,30	172,01	92	22,27	169,41	104	24,11	182,53
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	1.098	278,63	2.243,19	1.084	274,23	2.202,26	1.119	283,40	2.279,88	1.082	273,41	2.207,35	1.080	274,34	2.211,74
<i>Thyrsodium guianense</i> Aubl.	3	1,33	8,89	2	1,15	7,83	4	0,86	5,39	2	1,15	8,42	2	0,50	2,91
<i>Licania octandra</i> (Hoffm. ex Roem. & Schult.) Kuntze	78	15,03	94,89	73	14,02	86,19	76	14,59	90,51	70	13,29	83,48	70	13,44	83,94
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	32	6,87	51,12	33	7,48	54,38	32	7,24	53,40	28	5,98	44,77	34	6,91	49,42
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	3.904	2.427,41	19.222,59	3.906	2.425,51	19.195,11	3.893	2.404,06	19.040,33	3.897	2.425,53	19.187,50	3.895	2.416,88	19.145,21
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	184	69,59	532,59	177	65,80	508,10	188	69,54	530,38	186	69,31	534,06	186	68,79	524,83
<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	233	89,59	677,07	226	87,58	655,23	229	86,35	645,41	240	88,92	666,17	230	88,15	657,53
<i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth.	15	2,91	17,77	18	3,47	22,98	17	3,14	20,36	20	3,72	22,62	17	3,21	20,13

Continua...

Tabela 16, Cont...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Aspidosperma eteanum</i> Markgr.	28	5,78	47,93	31	6,21	51,04	27	5,46	44,98	29	5,69	46,79	33	6,51	53,38
<i>Astronium obliquum</i> Griseb.	54	10,96	94,50	47	9,49	84,84	61	12,68	112,60	55	11,76	103,33	59	12,38	109,84
<i>Ferdinandusa paraensis</i> Ducke	16	3,11	21,33	17	3,60	24,72	18	3,71	24,95	21	4,29	29,64	14	2,80	18,67
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	31	6,44	41,44	34	7,03	47,00	34	6,96	42,27	32	6,59	43,98	32	6,72	43,26
<i>Protium pallidum</i> Cuatrec.	2	0,38	2,02	-	-	-	1	0,22	1,57	-	-	-	1	0,18	1,30
<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	248	101,65	789,54	246	103,22	791,05	235	100,21	778,75	232	98,07	759,90	244	96,74	745,20
<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) March.	4	1,25	10,01	6	1,09	7,65	5	1,46	11,40	6	1,59	11,97	8	2,03	13,66
<i>Anacardium giganteum</i> Hanck ex Engl.	228	59,31	448,07	231	60,61	462,76	233	61,66	466,43	242	63,65	482,55	232	62,61	480,44
<i>Sterculia pilosa</i> Ducke	18	4,01	34,67	18	3,80	30,94	14	3,03	22,95	15	3,28	26,14	11	2,27	17,10
<i>Licania micrantha</i> Miq.	1.668	328,65	2.417,93	1.646	324,18	2.391,64	1.667	328,70	2.420,63	1.669	328,56	2.420,70	1.662	325,85	2.397,15
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	56	10,51	79,76	55	10,48	80,70	55	10,69	82,76	51	9,85	74,90	51	9,66	72,61
<i>Couepia</i> sp.	11	1,93	13,88	12	2,21	16,14	13	2,35	16,68	12	2,22	16,41	11	1,99	14,75
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	434	144,02	1.008,00	433	145,18	1.007,04	430	140,77	989,66	435	144,77	1.010,57	429	144,67	1.012,70
<i>Eschweilera paniculata</i> (O.Berg) Miers	332	75,75	617,02	338	77,21	628,89	339	77,03	627,00	340	77,02	631,57	341	78,27	637,08
<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	27	5,03	34,70	30	5,60	39,90	28	5,19	36,32	29	5,44	37,29	23	4,16	29,09
<i>Parkia oppositifolia</i> Spruce ex Benth.	427	93,33	626,18	427	93,37	625,69	413	90,39	609,25	422	91,46	613,43	412	91,10	613,49
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	762	217,86	1.560,48	757	215,15	1.535,28	772	221,67	1.580,78	767	218,22	1.551,64	773	219,42	1.565,23
<i>Dipteryx magnifica</i> Ducke	932	279,79	1.918,35	914	274,14	1.878,15	942	283,88	1.946,00	924	279,06	1.918,51	909	273,91	1.881,72
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	3.656	903,92	6.062,78	3.698	913,73	6.149,79	3.692	913,15	6.143,44	3.687	908,69	6.119,41	3.656	905,27	6.101,75
<i>Parkia ulei</i> (Harms) Kuhlm.	155	40,07	303,84	160	41,10	316,34	159	39,85	305,33	160	41,55	319,18	159	40,40	311,63
<i>Hirtella piresii</i> Prance	89	18,25	127,24	95	19,59	134,57	89	18,84	130,08	89	18,69	127,98	94	19,75	134,69

Continua...

Tabela 16, Cont...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Vatairea erythrocarpa</i> (Ducke) Ducke	159	36,04	289,36	166	38,16	302,21	163	37,16	294,90	171	39,50	313,50	158	36,13	285,65
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	594	251,52	1.843,80	593	257,56	1.882,61	580	250,56	1.837,78	579	247,26	1.808,68	587	251,39	1.833,83
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	247	70,53	514,23	251	73,70	540,83	262	74,59	544,79	268	76,24	556,66	264	76,35	561,56
<i>Swartzia panacoco</i> Cowan.	26	5,57	38,85	35	7,64	52,05	26	5,07	33,83	31	6,38	44,00	24	4,92	33,92
<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	7	1,46	10,22	10	2,07	14,32	6	1,19	7,85	8	1,57	9,79	9	1,83	13,03
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	-	-	-	2	0,36	2,24	-	-	-	2	0,45	3,09	1	0,19	1,13
<i>Mezilaurus lindaviana</i> Schwacke & Mez	2.153	673,03	4.714,19	2.155	672,36	4.694,85	2.137	663,44	4.633,51	2.141	667,09	4.666,36	2.153	676,72	4.735,91
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	230	68,55	486,43	234	68,66	496,18	228	69,75	502,74	231	69,74	503,48	235	70,24	509,78
<i>Erismia uncinatum</i> Warm.	349	131,51	1.039,78	342	128,57	1.021,20	351	128,43	1.031,54	347	127,83	1.019,13	341	126,10	1.002,08
<i>Lecythis poiteaui</i> O.Berg	446	96,16	675,28	451	99,06	688,50	467	102,90	721,25	446	97,65	681,26	466	102,02	713,21
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	610	198,45	1.665,85	599	194,34	1.636,21	602	196,76	1.655,91	607	198,19	1.668,18	616	195,81	1.647,20
<i>Neea constricta</i> Spruce ex J.A. Schmidt	15	3,21	23,03	16	3,52	26,33	19	4,28	33,26	15	3,41	24,01	10	2,31	15,70
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	71	13,99	84,67	70	13,59	82,94	73	14,20	86,63	68	13,34	82,12	81	15,64	94,39
<i>Persea jariensis</i> Vattimo	122	26,21	196,41	112	24,10	182,51	118	25,64	191,74	120	25,88	196,70	122	25,90	195,85
<i>Aniba squarensis</i> Vattimo Gil	29	6,34	49,34	37	7,85	61,79	34	7,19	56,39	38	8,15	63,66	35	7,31	58,39
<i>Licaria cannella</i> (Meisn.) Kosterm.	-	-	-	1	0,21	1,51	1	0,26	2,37	-	-	-	-	-	-
<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	35	6,84	50,42	46	8,84	65,21	43	8,35	60,49	44	8,41	60,71	42	8,17	59,65
<i>Eschweilera rosea</i> (Poepp) Miers.	96	19,90	156,40	90	19,21	149,35	99	21,24	168,12	95	20,51	162,70	88	18,94	147,93
<i>Qualea albiflora</i> Warm.	2.181	635,67	5.137,32	2.202	647,68	5.226,97	2.180	636,53	5.140,63	2.188	644,30	5.195,66	2.193	642,98	5.195,02
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	3.617	1.066,85	8.439,18	3.621	1.066,44	8.423,18	3.610	1.063,46	8.405,15	3.633	1.068,75	8.459,97	3.622	1.066,97	8.444,52
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) Chevalier	3.129	695,65	5.083,14	3.098	688,85	5.042,75	3.110	692,07	5.060,38	3.075	684,06	5.010,01	3.102	689,48	5.040,14
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	68	18,19	144,68	67	17,14	135,51	62	16,39	131,72	68	16,86	135,20	64	16,86	128,92

Continua...



Tabela 16, Cont...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	2.225	623,63	5.211,46	2.213	623,49	5.203,64	2.233	624,65	5.223,29	2.203	620,09	5.186,50	2.204	621,05	5.211,24
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	98	20,94	143,00	104	22,22	152,83	105	22,45	153,84	94	19,57	133,80	95	20,49	139,19
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Decne.& Planch.	19	3,66	29,55	21	4,38	36,83	22	4,35	34,12	21	4,18	34,21	23	4,55	37,50
<i>Mouriri brachyantha</i> Ducke	62	11,94	77,63	60	11,79	78,46	56	10,77	70,50	63	12,19	80,40	53	10,51	68,00
<i>Emmotum fagifolium</i> Desv.	43	9,23	61,87	45	9,88	67,43	50	10,64	73,58	41	8,82	60,41	47	10,55	73,45
<i>Couepia robusta</i> Huber	36	7,85	63,16	35	7,11	55,38	35	8,14	63,79	32	6,61	48,81	42	9,58	75,48
<i>Parinari excelsa</i> Sabine	3.528	875,19	6.752,53	3.571	890,01	6.878,78	3.560	882,74	6.806,58	3.536	875,73	6.749,44	3.567	885,93	6.831,35
<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	738	156,97	1.099,30	734	155,63	1.091,72	749	159,31	1.115,94	745	157,09	1.100,75	739	156,25	1.093,32
<i>Chimarrhis turbinata</i> DC.	1.304	344,85	2.686,42	1.302	346,06	2.706,33	1.296	340,54	2.650,86	1.299	342,96	2.670,85	1.299	343,42	2.677,20
<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	351	75,42	592,77	354	75,57	596,16	362	77,39	606,50	350	74,62	583,81	355	76,20	598,76
<i>Apeiba burchellii</i> Sprague	136	30,58	208,90	132	29,85	201,69	135	30,05	206,65	125	28,76	196,13	131	29,43	200,88
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	65	21,25	152,81	71	24,40	179,83	67	21,69	154,54	68	22,07	164,96	72	24,04	176,22
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	286	130,33	877,34	273	117,51	784,36	275	119,97	802,18	278	120,73	816,74	291	126,82	837,95
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	651	185,07	1.217,41	658	187,49	1.237,73	659	185,91	1.231,27	642	179,78	1.187,21	653	186,25	1.232,28
<i>Swartzia polyphylla</i> A.DC.	1.169	470,31	3.599,19	1.191	481,90	3.696,61	1.166	476,60	3.661,74	1.183	478,20	3.661,83	1.185	474,12	3.627,19
<i>Vochysia divergens</i> Pohl.	23	5,24	40,57	22	5,25	41,46	25	6,09	48,83	19	4,34	34,09	17	4,07	34,45
<i>Vochysia esplendens</i> Spruce ex Warm.	84	19,40	155,40	71	16,86	132,23	73	16,72	133,63	77	18,04	141,15	77	17,06	136,71
<i>Vochysia obscura</i> Warm.	1.437	325,18	2.619,11	1.436	324,64	2.616,70	1.427	322,65	2.601,15	1.433	324,19	2.615,46	1.429	323,67	2.609,32
<i>Pouteria anomala</i> (Pires) T.D.Penn.	279	57,23	412,55	254	52,51	379,22	257	52,98	386,20	269	54,87	395,75	264	54,07	388,03
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	9	1,76	11,42	8	1,52	9,64	9	1,76	11,71	9	1,91	12,21	13	2,60	17,30
<i>Pouteria</i> sp.	12	2,40	18,17	9	2,03	15,32	16	3,38	26,06	13	2,99	22,18	11	2,29	16,92
<i>Couma guianensis</i> Aubl.	56	11,62	90,79	45	9,18	70,42	46	9,47	72,85	51	10,49	84,87	51	10,83	83,18

Continua...

Tabela 16, Cont...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	620	137,16	1.067,13	612	135,09	1.044,06	636	139,50	1.079,17	630	139,60	1.080,73	636	141,53	1.097,13
<i>Diploptropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff.	223	48,82	375,68	218	47,53	365,85	228	49,34	382,37	217	46,95	364,52	230	50,09	383,80
<i>Tachigali alba</i> Ducke	1.362	332,61	2.522,54	1.337	325,84	2.475,73	1.345	328,53	2.486,89	1.350	330,56	2.510,57	1.339	326,62	2.481,83
<i>Sclerolobium melinonii</i> Harms	320	73,36	561,21	294	66,38	505,66	301	68,67	525,90	322	73,53	562,59	301	68,78	529,95
<i>Sclerolobium tinctorium</i> Benth.	182	39,76	293,52	184	41,16	306,98	187	41,04	301,49	177	39,05	288,87	187	41,20	301,91
<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke	2.585	612,20	4.684,43	2.566	609,29	4.659,61	2.572	610,37	4.669,78	2.553	606,18	4.639,75	2.561	606,01	4.635,22
<i>Sclerolobium melanocarpum</i> Ducke	167	52,68	398,93	159	51,10	386,87	166	49,58	374,67	167	49,41	380,62	162	50,21	385,45
<i>Terminalia amazonica</i> (J.F.Gmel) Exell.	237	62,91	496,23	244	65,03	514,62	249	67,43	536,69	240	63,87	504,21	237	63,93	500,26
<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	146	37,46	298,32	158	40,56	321,90	163	42,82	344,23	160	40,68	326,85	149	37,80	298,86
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	122	32,02	267,89	106	27,95	234,37	123	31,99	266,50	118	32,08	270,93	115	29,96	250,74
<i>Tachigali</i> sp.	619	135,28	993,95	613	133,62	985,69	625	136,20	1.002,46	616	134,77	996,49	608	134,08	990,81
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	1.035	328,21	2.518,21	1.035	326,37	2.498,54	1.031	327,44	2.513,19	1.035	327,71	2.523,29	1.027	324,19	2.497,48
<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	82	17,58	135,05	73	16,04	124,85	76	16,87	128,87	75	16,12	123,81	79	16,57	130,15
<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	137	26,33	187,96	135	25,82	184,73	136	26,29	188,72	146	28,29	206,31	138	26,50	191,50
<i>Parinari montana</i> Aubl.	142	32,88	249,76	140	32,78	250,45	153	35,78	271,03	142	32,98	253,90	158	38,29	287,10
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St-Hil.	60	14,28	99,67	70	16,34	110,78	52	12,88	88,77	63	15,17	104,26	55	13,35	95,05
<i>Sloanea</i> sp.	31	6,98	50,27	28	6,47	45,98	28	6,31	47,19	27	6,22	45,29	31	6,92	49,72
<i>Sloanea grandis</i> Ducke	1	0,18	1,18	-	-	-	1	0,20	1,34	1	0,18	1,53	3	0,59	4,36
<i>Antonia ovata</i> Pohl	24	5,25	36,72	18	3,69	25,67	22	4,83	34,54	21	4,46	31,34	20	4,30	29,17
Não-identificada	8	1,57	10,81	2	0,36	2,48	6	1,20	8,50	9	1,95	14,31	7	1,53	11,09
<i>Coroupita paraensis</i> Aublet	32	7,83	57,07	31	8,19	60,58	25	6,67	48,33	29	7,94	56,46	32	8,33	62,32
<i>Dipteryx intermedia</i> Ducke	128	35,06	238,10	132	37,42	257,68	133	37,00	245,44	132	37,12	248,38	127	36,61	249,47

Continua...

Tabela 16, Cont...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Inga paraensis</i> Ducke	8	1,38	9,69	7	1,64	12,26	4	0,75	6,07	5	1,05	6,74	7	1,36	8,87
<i>Glycydendron</i> sp.	300	128,69	984,60	299	123,32	943,15	300	126,13	967,45	300	125,80	955,36	300	122,76	945,90
<i>Astronium gracile</i> Engl.	102	24,06	209,87	99	24,78	221,99	99	23,97	216,78	95	22,50	200,58	98	23,37	200,47
<i>Corytophora rimosa</i> W.Rodrigues	40	9,25	73,16	47	10,82	86,32	42	9,67	77,45	40	9,60	77,99	42	10,29	83,19
<i>Guarani amapaensis</i> Mart.	74	14,63	100,25	72	14,20	97,48	74	15,11	104,06	70	13,89	94,56	83	16,55	115,21
<i>Pouteria japuna</i> Pires	147	31,64	218,85	147	31,97	217,89	143	30,45	208,61	150	32,37	224,55	149	32,36	225,28
<i>Pouteria krukovii</i> (A.C. Sm.) Baehni	14	2,81	20,77	16	3,32	24,82	14	2,84	20,81	12	2,50	18,96	14	2,86	22,10
<i>Lueheopsis rosea</i> Burret	95	21,51	175,35	98	22,49	181,19	99	21,79	176,79	107	23,94	190,73	101	22,80	180,91
<i>Hymenolobium flavum</i> Kleinh.	48	17,87	139,50	50	17,11	121,76	48	17,47	131,79	45	15,31	112,44	44	14,41	104,73
<i>Trattinnickia burseraefolia</i> (Mart.) Willd.	58	21,28	167,81	59	23,55	189,82	65	26,93	225,16	63	25,99	209,86	62	24,26	193,10
<i>Licania robusta</i> Sagot	294	57,60	431,86	310	61,42	460,50	298	58,53	438,72	305	60,08	448,94	294	57,84	429,66
<i>Peltogyne paniculata</i> Benth.	3	0,50	3,88	2	0,35	2,51	2	0,40	3,69	5	0,85	6,74	3	0,55	4,60
<i>Inga heterophylla</i> Willd.	381	80,25	518,06	368	77,15	495,48	380	80,69	518,51	369	78,84	506,62	374	79,90	517,82
<i>Helicostylis pedunculata</i> R.Benoist	52	10,92	78,99	56	11,79	85,62	57	11,59	85,00	53	11,16	80,59	54	11,11	78,58
<i>Mouriri</i> sp.	563	132,07	962,38	559	130,74	949,83	567	133,55	976,52	559	130,92	954,77	559	131,42	963,76
<i>Licania latifolia</i> Benth. ex Hook.	11	2,32	15,70	17	3,34	22,84	13	2,43	17,00	10	1,84	12,36	16	3,16	21,38
<i>Qualea witrockii</i> Malme.	268	97,23	737,87	264	93,63	706,00	271	94,46	707,58	270	95,48	730,63	264	95,09	726,11
<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	74	15,11	112,40	74	15,20	111,11	70	14,57	106,51	74	14,91	105,38	68	13,96	103,57
<i>Pithecellobium elegans</i> Ducke	425	116,41	782,42	429	115,73	773,14	414	113,68	769,08	425	114,42	778,24	431	116,64	784,33
<i>Macrosamanea pedicellari</i> (DC.) Kleinh.	743	242,77	1.621,69	740	236,25	1.588,02	745	242,87	1.618,69	738	237,76	1.598,98	737	239,43	1.599,72
<i>Mouriri callocarpa</i> Ducke	86	18,19	135,14	87	18,99	143,35	92	19,47	146,04	84	17,82	134,19	97	21,15	158,10
<i>Mouriri brevipes</i> Gardner & Hook.	16	3,21	23,93	15	2,85	20,47	17	3,35	22,94	11	2,11	15,95	16	3,05	21,94

Continua...

Tabela 16, Cont...

Espécies	Plano de Corte 1			Plano de Corte 2			Plano de Corte 3			Plano de Corte 4			Plano de Corte 5		
	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt	N	B	Vt
<i>Vochysia vismiaefolia</i> Spruce ex Warm.	271	66,55	520,07	274	67,23	524,70	292	70,72	553,47	275	67,95	531,87	286	70,22	548,77
<i>Diplotropis racemosa</i> (Hoehne) Amshoff.	140	37,83	293,38	134	35,65	272,15	137	37,21	283,39	134	35,62	278,41	136	36,26	279,21
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & Knuth	79	22,50	186,21	72	21,00	177,60	77	21,32	179,23	79	23,17	199,39	72	20,39	168,71
<i>Sloanea cuneifolia</i> Mart.	8	1,79	13,52	11	2,49	18,87	9	1,84	13,99	7	1,40	10,94	6	1,49	11,08
<i>Sloanea obtusa</i> Planch. ex Benth.	25	4,77	30,88	21	4,05	26,63	22	4,39	31,19	20	3,92	27,03	26	5,16	37,38
<i>Hymenolobium sericeum</i> Ducke	27	7,05	53,04	25	6,34	45,67	21	5,83	42,64	18	4,55	33,15	25	6,68	48,06
<i>Pithecellobium decandrum</i> Ducke	336	77,22	519,37	343	77,93	521,59	340	77,35	520,04	338	78,73	530,80	348	80,58	544,09
<i>Swartzia acuminata</i> Willd.	141	65,73	499,06	138	63,96	488,22	139	59,96	448,45	141	63,82	481,96	138	66,73	507,27
<i>Qualea rosea</i> Aubl.	1.368	405,58	3.213,39	1.377	407,46	3.234,30	1.372	407,08	3.228,21	1.395	416,51	3.297,10	1.379	409,38	3.239,46
<i>Pouteria rodriguesiana</i> Pires & T.D. Penn.	85	16,68	124,58	83	16,62	124,96	84	17,19	129,36	83	17,11	128,60	88	17,84	133,13
<i>Helicostylis</i> sp.	106	22,95	162,01	96	19,80	137,27	92	18,93	132,11	96	20,82	145,92	99	21,46	150,48
<i>Chrysophyllum pomiferum</i> (Eyma) T.D.Penn.	96	29,45	231,86	101	32,83	268,04	104	32,84	260,06	96	28,84	233,66	102	33,07	256,80
<i>Aspidosperma paraensis</i> A.DC	960	286,10	2.319,83	977	291,76	2.362,65	971	290,09	2.360,90	958	285,67	2.318,88	983	295,36	2.390,36
<i>Pouteria</i> sp.	58	11,65	83,31	59	11,68	85,72	66	13,18	93,86	62	12,24	87,84	61	12,22	85,14
<i>Pouteria amazonica</i> Radlk.	237	48,14	349,76	233	47,69	351,24	233	47,76	346,11	241	49,55	361,78	232	47,81	347,50
<b>Total</b>	<b>64.55</b>	<b>18.560,7</b>	<b>140.699,0</b>	<b>64.50</b>	<b>18.557,3</b>	<b>140.699,3</b>	<b>64.63</b>	<b>18.553,2</b>	<b>140.699,8</b>	<b>64.53</b>	<b>18.543,0</b>	<b>140.699,3</b>	<b>64.53</b>	<b>18.555,5</b>	<b>140.699,2</b>
	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>8</b>