



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**VIVIAN BARROSO ALMEIDA**

**Impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e financeiro da colheita  
de madeira na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará**

**BELÉM-PA**  
**2018**

**VIVIAN BARROSO ALMEIDA**

**Impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e financeiro da colheita  
de madeira na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em ciências florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Área de Concentração: Silvicultura e Manejo Florestal.

Orientador: Dr. José Natalino Macedo Silva

**BELÉM-PA**

**2018**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação  
Universidade Federal Rural da Amazônia

---

Almeida, Vivian Barroso

Impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e financeiro da colheita de madeira na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará / Vivian Barroso Almeida. – Belém, PA, 2018.

53 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.

Orientador: José Natalino Macedo Silva.

1. Exploração Florestal. 2. Defeitos em Toras. 3. Análise Financeira – Venda de Madeira. 4. Manejo Florestal – Amazônia. I. Silva, José Natalino Macedo, (orient.) II. Título

CDD – 634.986

---

**VIVIAN BARROSO ALMEIDA**

Impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e financeiro da colheita de madeira na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Pará

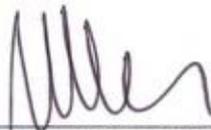
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais: área de concentração Silvicultura e Manejo de Florestas Nativas, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. José Natalino Macedo Silva

26 de fevereiro de 2018

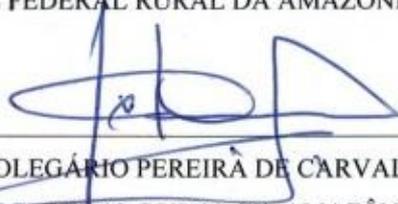
**Data da Aprovação**

**BANCA EXAMINADORA**



---

Dr. JOSÉ NATALINO MACEDO SILVA - Orientador  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



---

Dr. JOAO OLEGÁRIO PEREIRA DE CARVALHO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



---

Dra. ROSANGELA DE JESUS SOUSA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



---

Dra. ROBERTA DE FÁTIMA RODRIGUES COELHO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ - IFPA

## DEDICO

A Deus por sempre me acolher  
Aos meus pais Samuel e Valda e ao meu irmão  
Marcus Vinícius por me mostrarem o caminho  
da persistência e por todos os ensinamentos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por sempre me guiar.

À Empresa EBATA PRODUTOS FLORESTAIS LTDA por proporcionar a realização deste trabalho.

Ao Dr. José Natalino Macedo Silva pela orientação desta dissertação.

Ao Dr. Fernando Cristóvam da Silva Jardim por todos os ensinamentos e incentivo na pesquisa florestal (In memoriam).

Ao Dr. Max Steinbrenner por sua contribuição a este trabalho.

Aos Professores João Olegário Pereira de Carvalho, Roberta de Fátima Rodrigues Coelho e Rosângela de Jesus Sousa por aceitarem participar da banca desse estudo.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais por todo apoio.

Ao Sensei Antônio Camarão pelas correções e disciplina da vida.

Aos meus amigos da UFRA por compartilhar os conhecimentos florestais.

Aos meus primos por todo o companheirismo.

## RESUMO

A ocorrência de defeito nas toras, tais como oco e podridão podem ter impacto expressivo no rendimento da colheita em florestas tropicais. Neste contexto, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e financeiro da colheita da madeira, em uma Unidade de Manejo Florestal situada na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará. Durante exploração florestal foram registradas todas as árvores ocas, tanto as que não foram colhidas (oco detectado por meio do teste de oco), como as árvores que foram colhidas e que apresentaram aquele defeito depois de derrubadas, tanto as selecionadas para a colheita como as substitutas. Na análise do volume colhido, verificou-se que a ocorrência de oco não influencia significativamente no rendimento volumétrico, e sim a substituição de árvores ocas por árvores sãs. Na análise financeira foram considerados os preços de venda de madeira em tora (R\$/m<sup>3</sup>) na região por espécie, para o cálculo da perda de rendimento financeiro devido à ocorrência de oco. Na Unidade de Produção Anual estudada, foram autorizadas para a colheita, 3.223 árvores de 25 espécies comerciais, perfazendo um volume de 24.020,479 m<sup>3</sup>. Foram extraídas 3079 árvores, sendo que 1227 (39,8 %) eram árvores substitutas. Do total de árvores selecionadas para a colheita florestal, 1175 (36,4 %) encontravam-se ocas e não puderam ser exploradas. *Manilkara elata* apresentou 784 indivíduos ocos (6.449,4480 m<sup>3</sup>), concentrando o maior número de indivíduos nos diâmetros de 75-105cm. Do total de árvores selecionadas para a colheita, 533 (16,5 %; 423,792m<sup>3</sup>) estavam ocas e foram exploradas assim mesmo. *M. elata* apresentou o número mais expressivo de árvores ocas (N=308; 251,532m<sup>3</sup>), seguida de *Dypterix odorata* (N=67; 50,601m<sup>3</sup>) e *Mezilaurus itauba* (N=54; 39,312m<sup>3</sup>). Verificou-se que na UPA havia 53,54 % de árvores ocas, representando, aproximadamente, duas árvores ocas por hectare manejado. Concluiu-se que a ocorrência de oco não afetou significativamente o rendimento volumétrico. No entanto comprovou-se que a substituição de árvores ocas é fundamental para garantir um maior rendimento volumétrico na colheita. O volume de oco encontrado teve pouco impacto nas perdas da receita da colheita. Por outro lado, se somado às perdas devido a quebra no volume colhido, as duas juntas podem representar um impacto expressivo na receita e, conseqüentemente, comprometer a viabilidade do manejo em longo prazo.

**Palavras-chave:** Exploração florestal; Defeitos em toras; Análise financeira; Amazônia.

## ABSTRACT

The occurrence of defects in logs such as hollow and rot can have a significant impact on timber yield in tropical forests. In this context, this work aimed at evaluating the impact of the occurrence of hollow in the volume and financial yields of timber harvesting, in a Forest Management Unit located in the Saracá-Taquera National Forest, State of Pará, Brazil. During logging operations, all hollow trees, both those that were not harvested (hollow detected through the hollow test), and the trees that were harvested and that presented that defect after being felled were recorded. Analysis of the harvested volume indicated that the occurrence of hollow does not influence significantly volume yield, as it does the replacement of hollow trees by healthy ones. In the financial analysis, the sale prices of logs (R\$ m<sup>3</sup>) in the region by species were considered for the calculation of the loss of financial income due to the occurrence of hollow. At the Annual Production Unit studied, 3,223 trees from 25 commercial species were authorized for the harvest, making a volume of 24,020.479 m<sup>3</sup>. 3,079 trees were extracted, and 1,227 (39.8%) were substitute trees. Out of the total trees selected for harvesting, 1,175 (36.4%) were hollow and could not be logged. *Manilkara elata* had 784 hollow individuals (6,449.448 m<sup>3</sup>), with higher frequency in diameters varying 75-105cm. Out of the total trees selected for the harvest, 533 (16.5%, 423.792m<sup>3</sup>) were hollow and were explored anyway. *M. elata* presented the most expressive number of hollow trees (N=308; 251,532m<sup>3</sup>), followed by *Dypterix odorata* (N=67; 50.601m<sup>3</sup>) and *Mezilaurus itauba* (N=54; 39.312m<sup>3</sup>). It was verified that in the UPA there were 53.54% of hollow trees, representing approximately two hollow trees per hectare managed. It was concluded that the occurrence of hollow did not affect significantly volume yield. However, it has been proven that the replacement of hollow trees is essential to ensure a higher volume yield at the harvest. The volume of hollow had little impact on harvest revenue losses. On the other hand, if added to the losses due to the break in the volume harvested, the two together can represent an expressive impact on the revenue and, consequently, compromise the viability of the forest management in the long term.

**Keywords:** Logging; Log defects; Financial analysis; Amazônia

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Localização da Unidade de Manejo Florestal outorgada à Ebata Produtos Florestais LTDA, na Flona de Saracá-Taquera. ....	18
<b>Figura 2</b> - Ponto de medição dos diâmetros das toras, conforme requerido pelo Serviço Florestal Brasileiro. ....	20
<b>Figura 3</b> - Traçamento e identificação das toras.....	21
<b>Figura 4</b> - Número de árvores descartadas e substitutas exploradas por UT na UPA 5/2017, UMF II na Flona de Saracá-Taquera. ....	31
<b>Figura 5</b> – Distribuição do número de árvores ocas não exploradas por classe diamétrica na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera. ....	33
<b>Figura 6</b> – Ocorrência de ocos por classe de diâmetro para sete espécies cujas árvores foram selecionadas e não colhidas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.....	34
<b>Figura 7</b> - Número de árvores ocas por classe diamétrica do oco na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Classes diamétricas para o volume de árvores ocas não exploradas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.....	26
<b>Tabela 2</b> - Classes diamétricas de oco das árvores exploradas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera .....	27
<b>Tabela 3</b> – Rendimento volumétrico bruto (%) (sem desconto do oco) com substitutas por espécie na UPA 5/2016, UMF II, na Flona de Saracá-Taquera, Estado do Pará. ....	46
<b>Tabela 4</b> - Rendimento volumétrico líquido (%) das espécies com ocorrência de oco na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera. ....	48
<b>Tabela 5</b> – Situações de descarte de árvores a explorar durante a colheita de madeira na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera, Estado do Pará.....	30
<b>Tabela 6</b> – Ocorrência de árvores ocas não exploradas por espécie na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera. ....	32
<b>Tabela 7</b> - Número e volume (m <sup>3</sup> ) das árvores ocas exploradas na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera. ....	36
<b>Tabela 8</b> - Proporção de árvores ocas por espécie na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera. ....	51
<b>Tabela 9</b> – ANOVA para o rendimento volumétrico na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera. ....	38
<b>Tabela 10</b> – Teste de Tukey para a média dos tratamentos do rendimento volumétrico na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera. ....	39
<b>Tabela 11</b> – Valor (R\$) total da perda de rendimento financeiro devido as árvores ocas não exploradas na UPA 5/2016, UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.....	52
<b>Tabela 12</b> - Valor (R\$) total da perda de rendimento financeiro do volume de oco das árvores exploradas na UPA 5/2016, UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera..	41

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- CV % - Coeficiente de variação
- DAP - Diâmetro à altura do peito (1,30 m do solo)
- Db - Diâmetro da base da tora ou do oco
- DMC - Diâmetro mínimo de corte
- DMP % - Desvio Médio Percentual
- Dt - Diâmetro do topo da tora ou do oco
- Flona - Floresta Nacional
- ha - Hectares
- HC - Altura comercial
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- L - Comprimento da tora ou do oco
- LOG - Logaritmo decimal
- MMA - Ministério do Meio Ambiente
- Nac - Número total de árvores autorizadas para corte
- Noc - Número de árvores de ocas colhidas
- Non - Número de árvores ocas selecionadas para corte e não colhidas
- P - Proporção de árvores ocas
- PAOF - Plano Anual de Outorga Florestal
- PMFS - Plano de Manejo Florestal Sustentável
- PRF (R\$) - Perda de rendimento financeiro;
- $R^2$  - Coeficiente de determinação
- RV % - Rendimento volumétrico
- SFB - Serviço Florestal Brasileiro
- SEMAS/PA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade
- T1 - Tratamento 1
- T2 - Tratamento 2

- T3 - Tratamento 3
- T4 - Tratamento 4
- UMF - Unidade de Manejo Florestal
- UPA - Unidade de Produção Anual
- UT - Unidade de Trabalho
- V - Volume (m<sup>3</sup>)
- Vac - Volume (m<sup>3</sup>) das árvores autorizadas para corte
- VAOP (m<sup>3</sup>) - Volume de árvore oca em pé;
- VNE (m<sup>3</sup>) - Volume não explorado
- Vo - Volume (m<sup>3</sup>) de oco
- Vt - Volume bruto (m<sup>3</sup>) de toras sem desconto do oco

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. OBJETIVO GERAL</b> .....	16
<b>2.1 Objetivos específicos</b> .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
<b>3.1 Localização da área de estudo</b> .....	16
<b>3.2 Coleta de dados</b> .....	18
<b>3.3 Cálculo do volume das toras e de oco no romaneio</b> .....	21
<b>3.4 Cálculo da proporção de árvores ocas</b> .....	22
<b>3.5 Rendimento volumétrico</b> .....	22
3.5.1 Rendimento volumétrico bruto .....	22
3.5.2 Rendimento volumétrico líquido .....	23
<b>3.6 Critérios utilizados para descarte de árvores durante a derruba</b> .....	23
<b>3.7 Análise estatística</b> .....	24
<b>3.8 Análise financeira</b> .....	25
<b>3.9 Distribuição diamétrica</b> .....	26
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>4.1 Rendimento volumétrico bruto da colheita considerando as árvores substitutas na Unidade de Produção Anual 5/2016, Unidade de Manejo Florestal II</b> .....	27
<b>4.2 Rendimento volumétrico líquido da colheita considerando as árvores substitutas na Unidade de Produção Anual 5/2016, Unidade de Manejo Florestal II</b> .....	28
<b>4.3 Descarte de árvores</b> .....	28
<b>4.4 Ocorrência de árvores ocas não exploradas na UPA 5/2016, UMF II</b> .....	31
<b>4.5 Ocorrência de árvores ocas exploradas na UPA 5/2016, UMF II</b> .....	35
<b>4.6 Proporção de árvores ocas na UPA 5/2016, UMF II</b> .....	37
<b>4.7 Análise estatística do rendimento da colheita</b> .....	38
<b>4.8 Análise do rendimento financeiro</b> .....	39
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	42
<b>6. RECOMENDAÇÕES</b> .....	42
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	43
<b>APÊNDICE</b> .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, embora a lei de gestão das florestas públicas já tenha completado uma década, a implantação de áreas de concessões tem sido muito aquém da necessária para atender a demanda do setor produtivo (ver AZEVEDO-RAMOS et al. 2015).

Até 2016, o Serviço Florestal Brasileiro havia identificado 189,72 milhões de ha para destinar à concessão florestal. A região Norte possuía 164.273.370 ha destinados à concessão, e desse total, 33,82 %, concentravam-se no Estado do Pará. Até aquela data, o SFB havia concedido um total de 842.071,44 ha para o manejo florestal sustentável nas Florestas Nacionais do Jamari (RO), Jacundá (RO), Saracá-Taquera (PA), Crepori (PA) e Altamira (PA). (PAOF, 2016).

Na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Unidade de Manejo Florestal II, área onde se desenvolveu o presente estudo, foram extraídos de 2012 a 2015 um total de 74.980,88 m<sup>3</sup>, com *royalties* correspondentes a R\$ 9.985.919,91 pagos ao Governo Federal (SFB, 2017).

Assim, para capturar a renda econômica associada à exploração madeireira, os governos usam uma gama de instrumentos fiscais, como taxas florestais, *royalties* sobre madeira extraída, além de taxas e impostos de exportação (KARSENTY et al, 2008). Nos contratos de concessão, conforme disposto na Lei 11.284/2006, o concessionário paga trimestralmente ao poder concedente um valor relativo aos produtos florestais explorados, o chamado preço florestal (BRASIL, 2006a).

A ocorrência de oco, que causa impacto no rendimento da colheita pela perda de madeira, se deve à ação de cupins subterrâneos. Estes insetos não apresentam revestimento externo de quitina e dessa forma, o elevado teor de umidade encontrado abaixo da superfície do solo favorece sua sobrevivência. São encontrados principalmente em climas temperados e tropicais (MENDES; ALVES, 1988). Além disso, se dispersam através de túneis, por eles construídos que ligam a colônia à fonte de alimento. (AMARAL, 2002). Além dos cupins, Secco (2011) afirma que o oco é também é causado por fungos apodrecedores, e quanto maior for este defeito, mais inviável economicamente será a exploração.

No ataque de cupins às árvores, a parte interna (cerne) composta por tecido morto é afetada, enquanto a parte viva (alburno) e a casca continuam intactas, fazendo com que os ocos não sejam visíveis. Em um estudo na Estação Experimental de

Silvicultura Tropical – INPA, de 110 árvores com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq$  50 cm, 37 % estavam ocas e exatamente 15 % estavam internamente infestadas por *Coptotermes*, que são cupins pertencentes à família Rhinotermitidae. (APOLINÁRIO; MARTIUS, 2004).

A presença de oco ocasiona uma superestimativa da área basal e do volume das árvores, afetando, portanto, a estimativa do volume com base em inventários florestais. (BROW e LUGO, 1992; BROW et al., 1995; NOGUEIRA et al., 2006).

A rentabilidade da atividade florestal é importante para determinar o caminho a ser seguido de acordo com o desempenho financeiro da empresa. Além disso, o controle das operações florestais ocorre em função de um prazo. Assim, a rentabilidade do manejo florestal deve ser analisada de acordo com o conjunto de atividades realizadas antes, durante e após a extração de madeira (TIMOFEICZYK JUNIOR, 2004).

Na Amazônia brasileira há poucos estudos que tratam da ocorrência de oco em florestas naturais. Em áreas de concessão florestal, as empresas manejadoras pagam pelo volume de madeira colhido ao Serviço Florestal Brasileiro, sem desconto do oco, isto é, pagam por um volume que não será aproveitado nas indústrias madeireiras. Com isso, as concessionárias podem ter um retorno financeiro, por exemplo, menor que o custo de oportunidade, comprometendo a viabilidade econômica do manejo florestal em áreas de concessão. E mais, o volume de oco gera crédito de madeira, que pode induzir à comercialização ilegal de madeira, pois o volume vendido não desconta o oco. Árvores que não estavam previstas na colheita podem ser exploradas e seu volume ser coberto por esse volume de oco.

O estudo sobre a ocorrência de oco no rendimento volumétrico em florestas naturais e das perdas financeiras devido a esse defeito é relevante ao setor madeireiro, uma vez que provoca a diminuição da produtividade da colheita florestal, e, conseqüentemente, a receita da empresa. Essa relevância estende-se aos órgãos ambientais como auxiliar na atividade de fiscalização, e aos gestores de contratos de concessão no sentido de assegurar que o valor pago pelo volume de madeira seja, de fato, o que foi colhido, isto é, descontando oco.

Diante disso, levantou-se a seguinte questão científica: a ocorrência de árvores ocas afeta significativamente o rendimento volumétrico da colheita? Adicionalmente, este estudo buscou determinar a proporção de árvores ocas por espécie e as perdas na receita devido a esse defeito, em uma Unidade de Produção Anual, na Floresta Nacional de Saracá-Taquera.

**Hipótese:** A ocorrência de ocos afeta o rendimento volumétrico da colheita.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o impacto da ocorrência de oco no rendimento volumétrico e das perdas financeiras da colheita da madeira em uma Unidade de Produção Anual (UPA), na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Determinar a proporção de árvores ocas da colheita da madeira;
- Determinar o rendimento volumétrico da colheita da madeira;
- Determinar o impacto financeiro da colheita da madeira devido à ocorrência de oco.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Localização da área de estudo**

A criação da Floresta Nacional de Saracá-Taquera foi motivada pela Mineração Rio do Norte, que instalou a mina em 1976, com a retirada da vegetação de aproximadamente 200 hectares. No ano de 1989 o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), considerou a Flona como reserva florestal que compreendia 429.600 hectares e foi denominada primeiramente como Reserva Florestal Saracá-Jamari. Em 27 de dezembro de 1989 foi oficialmente criada pelo Decreto nº 98.704, já denominada como Floresta Nacional de Saracá-Taquera. (PMF, 2014).

As informações dadas a seguir provêm do Plano de Manejo Florestal da Flona de Saracá-Taquera (PMF, 2001):

A Flona está localizada no Estado do Pará, nos municípios de Oriximiná, Faro e Terra Santa, entre as coordenadas geográficas 10°20' e 10° 55' de latitude Sul e 56° 00' e 57°15' de longitude Oeste. O acesso pode ser feito por via aérea a partir de Santarém-PA, Belém-PA e Manaus-AM; e por vias fluviais, pelo rio Amazonas, seguindo pelo rio Trombetas.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen é Aw, com verão úmido e inverno seco. Na Amazônia o verão corresponde à época menos chuvosa e o inverno à estação chuvosa. A temperatura média anual varia de 25 a 26 °C.

A Flona está inserida no Sistema Hidrográfico do rio Amazonas. A rede de drenagem apresenta um padrão dendrítico com capturas fluviais. Os principais rios da unidade de relevo são: Nhamundá, Trombetas, Urubu, Uatumã, Jatapu e Preto da Eva, todos apresentando a foz folgada e submetida a controles de ordem estrutural.

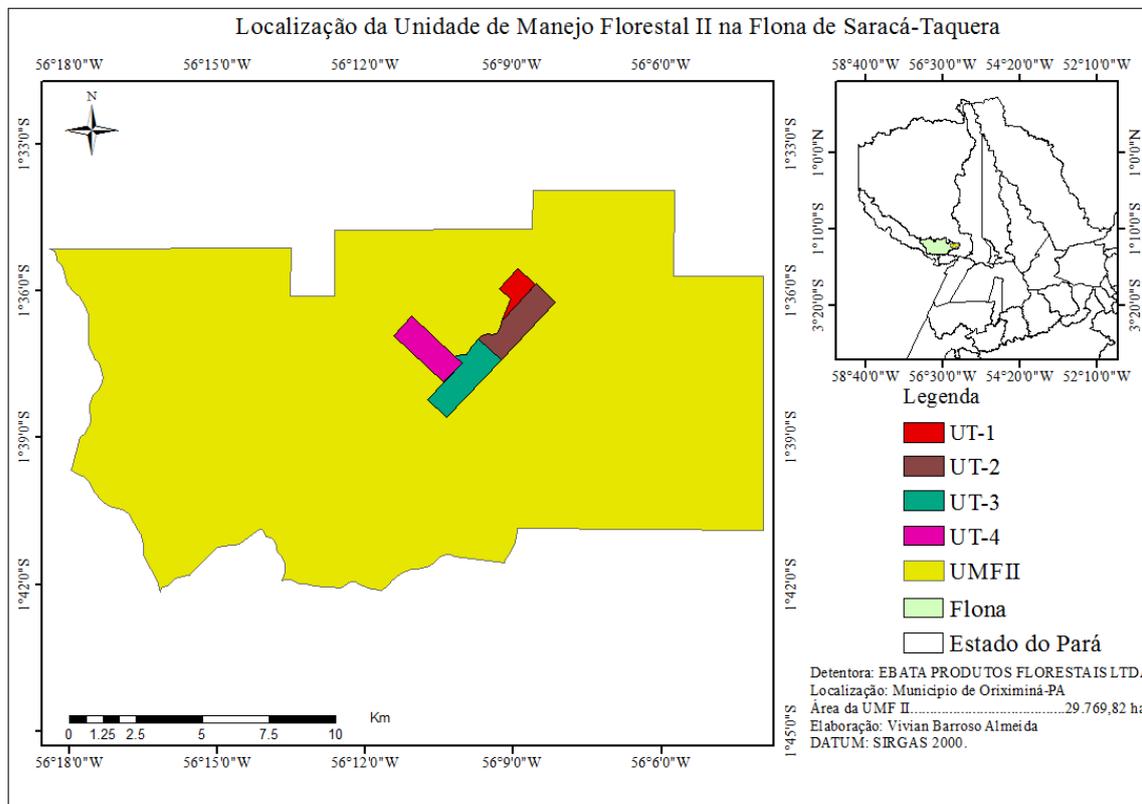
O tipo de solo predominante é o Latossolo Amarelo Distrófico, textura argilosa, que compreende solos minerais com horizonte B latossólico, apresentando estágio avançado de intemperização, com predominância de argilas pouco reativas, quartzo e outros materiais resistentes.

A Flona de Saracá-Taquera possui uma zona de produção florestal de 154.742,98 ha. A Unidade de Manejo Florestal (UMF) II, localizada no município de Oriximiná, abrange 29.769,82 hectares.

A concessionária Ebata Produtos Florestais LTDA foi fundada em 1987, é uma indústria de beneficiamento de madeira com diversos produtos como pisos, deckings, forros, dentre outros. Está localizada no distrito de Icoaraci, em Belém-PA. (PMFS, 2011).

No ano de 2009 o Serviço Florestal Brasileiro lançou o edital de licitação 01/2009, na modalidade concorrência para a concessão florestal em duas Unidades de Manejo Florestal. A empresa Ebata Produtos Florestais LTDA foi selecionada no edital de licitação para manejar a UMF II, iniciando as atividades na área no ano de 2012. (PMFS, 2011).

**Figura 1** - Localização da Unidade de Manejo Florestal II outorgada à Ebata Produtos Florestais LTDA, na Flona de Saracá-Taquera.



Fonte: o próprio autor (2017).

### 3.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada na Unidade de Manejo Florestal II na Unidade de Produção Anual (UPA) 5/2016 (977,96 ha), que foi dividida em quatro Unidades de Trabalho (UT), UT 1 (105,73 ha), UT 2 (296,54 ha), UT 3 (318,69 ha) e UT 4 (257,00 ha). Após o censo florestal realizado no período de fevereiro a abril de 2015 (POA, 2016), calculou-se o volume em pé por meio da equação de regressão 1, de acordo com o estudo realizado pela concessionária Ebata Produtos Florestais LTDA no ano de 2013, na UMF II. Foram mensuradas 239 árvores e testados nove modelos de regressão para a área de estudo. A média aritmética da altura comercial e do diâmetro foram, respectivamente,  $15,60 \text{ m} \pm 3,90 \text{ m}$  e  $0,87 \text{ m} \pm 0,20 \text{ m}$ . A equação proposta por Spurr (Eq. 1) se ajustou melhor aos dados das árvores amostras, com o coeficiente de determinação  $R^2 = 94,33 \%$ , erro padrão da estimativa  $S_{x,y} = 0,05 \text{ m}^3$ , coeficiente de variação CV de 6,47 % e desvio médio percentual DMP % de 0,5 %, indicando baixa tendenciosidade nos valores estimados (EBATA, 2013).

$$(V)= 10^{[-0.16739 + 0.9390 \cdot \log (DAP^2 \cdot HC)]} \quad \text{Eq.1}$$

Em que:

(V): volume (m<sup>3</sup>) com casca;

DAP: Diâmetro à altura do peito (m);

HC: Altura comercial da árvore estimada (m);

LOG= logaritmo decimal

Durante exploração florestal foram registradas todas as árvores ocas, tanto as que não foram colhidas (oco detectado por meio do teste de oco), como as árvores que foram colhidas e que apresentaram aquele defeito depois de derrubadas, tanto as selecionadas para a colheita como as substitutas. Árvores substitutas são aquelas que não foram selecionadas inicialmente para o corte, que atendem às restrições impostas pela Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente n° 05/2006 (BRASIL, 2006b), e que podem substituir as árvores inicialmente selecionadas para a colheita, que foram rejeitadas por apresentarem oco. Os critérios de seleção são apresentados a seguir, de acordo com a IN MMA 05/2006:

- Diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50 cm;
- Manutenção de pelo menos 10 % do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA, respeitado o limite mínimo de manutenção de três árvores por espécie por 100 ha, em cada Unidade de Trabalho (UT).
- Para as espécies ameaçadas de extinção constantes na Portaria MMA 443/2014 (BRASIL, 2014), foram aplicados os critérios de seleção da Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente n° 01/2015, com a manutenção de pelo menos 15 % do número de árvores por espécie, na área de efetiva exploração da UPA, respeitado o limite mínimo de manutenção de quatro árvores por espécie por 100 ha, em cada UT;
- Manutenção de todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com DAP superior ao DMC seja igual ou inferior a três árvores por 100 ha de efetiva exploração da UPA em cada UT;

- Manutenção de todas as árvores das espécies cuja abundância de indivíduos com DAP superior ao DMC seja igual ou inferior a quatro árvores por 100 ha de efetiva exploração da UPA em cada UT para espécies enquadradas no critério de seleção da IN MMA 01/2015 (BRASIL, 2015a);
- Árvores ninho, aquelas que possuem ninhos de pássaros identificados durante o inventário, deverão ser excluídas da seleção para corte;
- Diâmetro máximo de corte de 165 cm para a espécie de Angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), para minimizar os impactos à floresta remanescente. Este critério foi estabelecido pela concessionária Ebata Produtos Florestais LTDA.

As medições para o cálculo do volume das toras foram feitas segundo a metodologia indicada pelo Serviço Florestal Brasileiro. Durante a realização do romaneio nos pátios de estocagem foram medidos os diâmetros da base e do topo das toras, assim como seu comprimento, para a determinação do volume geométrico. (Figura 2).

**Figura 2** - Ponto de medição dos diâmetros das toras, conforme requerido pelo Serviço Florestal Brasileiro.



**Fonte:** SFB (2012).

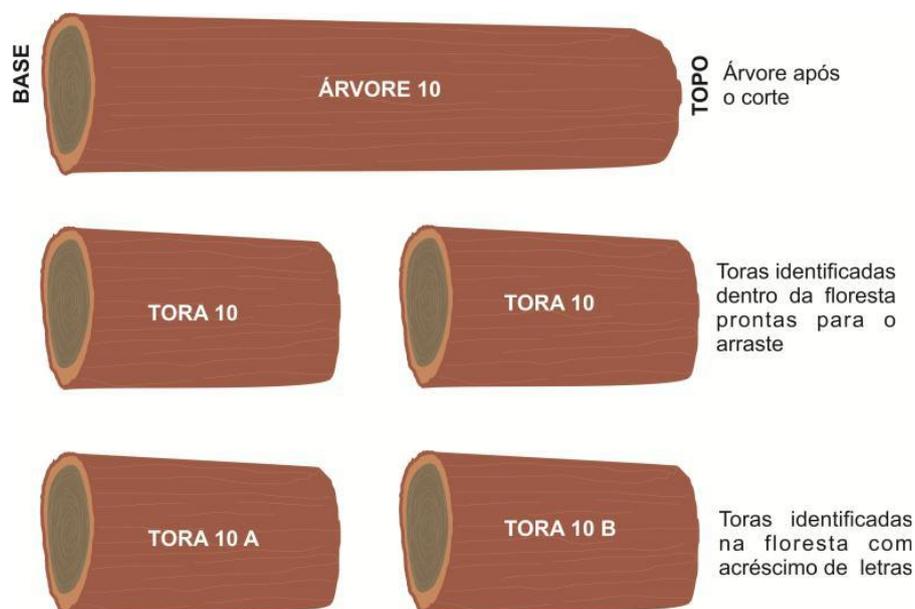
As toras que apresentaram oco, tiveram os diâmetros e os comprimentos medidos com uma fita métrica, para a posterior determinação do volume de oco.

No caso do oco não ter alcançado a outra extremidade da tora, o comprimento foi considerado como sendo a metade do comprimento da tora e o diâmetro foi

assumido como sendo o diâmetro medido na extremidade visível. Os diâmetros (com e sem oco) foram medidos nas extremidades das toras sem considerar a casca. Portanto, os volumes obtidos foram sem a casca.

As toras receberam uma placa de identificação, com o número da árvore que lhe deu origem com a letra sequencial (Figura 3), o nome da espécie, comprimento da tora, identificação da Unidade de Produção Anual e ano da exploração no romaneio.

**Figura 3** - Traçamento e identificação das toras.



Fonte: SFB (2012).

### 3.3 Cálculo do volume das toras e de oco no romaneio

O volume das toras e do oco foram obtidos com o uso da equação 2, de acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (2012).

$$V = \frac{\left[ \left( Db^2 * \frac{\pi}{4} \right) + \left( Dt^2 * \frac{\pi}{4} \right) \right]}{2} * L \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

V: volume em m<sup>3</sup>;

Db: Diâmetro da base da tora ou do oco (média dos diâmetros obtidos perpendicularmente);

Dt: Diâmetro do topo da tora ou do oco (média dos diâmetros obtidos perpendicularmente);

L: comprimento da tora ou do oco.

O comprimento total do oco de cada árvore explorada foi obtido somando-se o comprimento do oco de cada tora proveniente de uma mesma árvore.

### 3.4 Cálculo da proporção de árvores ocas

A proporção de árvores ocas foi calculada com base no total de árvores que foram selecionadas para a exploração. Então considerou-se as árvores ocas que permaneceram na floresta após o teste do oco e as árvores ocas exploradas, conforme a equação 3.

$$P = \frac{Non+Noc}{Nac} * 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Em que:

P: proporção de árvores ocas (%)

Non: Número de árvores ocas selecionadas para corte e não colhidas;

Noc: Número de árvores ocas colhidas;

Nac: Número total de árvores autorizadas para corte.

### 3.5 Rendimento volumétrico

#### 3.5.1 Rendimento volumétrico bruto

O rendimento volumétrico bruto foi definido como a relação entre o volume bruto do romaneio, sem desconto de ocos e volume autorizado para corte, sendo calculado pela expressão:

$$\text{RVB (\%)} = \text{Vtb}/\text{Vac} * 100 \quad \text{Eq. 4}$$

Em que:

RVB (%): Rendimento volumétrico bruto

Vtb: volume total bruto (m<sup>3</sup>) de toras sem desconto do oco;

Vac: volume (m<sup>3</sup>) das árvores autorizadas para corte, calculado conforme equação 1.

### 3.5.2 Rendimento volumétrico líquido

O rendimento volumétrico líquido foi definido como a relação entre o volume líquido do romaneio, isto é, com desconto de ocos e volume autorizado para corte, sendo calculado pela expressão:

$$\text{RVL(\%)} = \text{Vtl}/\text{Vac} * 100 \quad \text{Eq. 5}$$

Em que:

RVL (%): Rendimento volumétrico líquido

Vtl: volume total líquido (m<sup>3</sup>) de toras com desconto do oco;

Vac: volume em pé (m<sup>3</sup>) das árvores autorizadas para corte, calculado conforme equação 1.

$V_{tl} = \sum (V_{b_i} - V_{o_i})$ ,  $i=1$  até  $N$ , sendo  $N=n^\circ$  total de árvores autorizadas para corte

$V_{b_i}$ : volume bruto da tora<sub>i</sub>

$V_{o_i}$ : volume (m<sup>3</sup>) de oco da tora<sub>i</sub>;

### 3.6 Critérios utilizados para descarte de árvores durante a derruba

Na atividade de exploração florestal, existem alguns critérios para não cortar as árvores, tais como:

- Afunilamento do fuste: árvores com estreitamento do fuste ao longo do comprimento;

- Árvore morta;
- Não aproveitável: a árvore não se enquadra nos padrões de qualidade de fuste;
- Difícil acesso: árvores localizadas em áreas acidentadas, dificultando a retirada das toras pelo maquinário de arraste (Skidder);
- Erro de identificação botânica: árvores que no momento do censo florestal receberam uma identificação botânica, porém no momento da atividade de derruba, verificou-se que não era a mesma espécie;
- Não encontrada: árvores informadas no mapa de colheita, porém não foram encontradas em campo pelo motosserrista;
- Oco: árvores que apresentaram esse defeito durante o teste do oco;
- Possível queda em área de preservação permanente (APP): árvores que com a derruba poderiam atingir as áreas de preservação permanente;
- Risco para o operador: árvores com presença de cipós, copas entrelaçadas ou em áreas mais acidentadas.

### 3.7 Análise estatística

Para a análise estatística considerou-se quatro tratamentos, sendo a variável resposta o rendimento volumétrico. Os tratamentos são:

T1: Rendimento volumétrico bruto incluindo árvores substitutas (não se descontou o oco);

T2: Rendimento volumétrico líquido incluindo árvores substitutas (nesse caso houve desconto do oco);

T3: Rendimento volumétrico bruto sem incluir árvores substitutas (não se descontou o oco);

T4: Rendimento volumétrico líquido sem incluir árvores substitutas (nesse caso houve desconto do oco).

Foi aplicada Análise de Variância (one way) e o teste de Tukey para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos (rendimentos). Para tal foi utilizado o software Minitab, versão 14. Na análise de variância, o resíduo será a variância dentro dos tratamentos, considerando as 25 espécies do estudo (ver apêndice).

As seguintes hipóteses foram formuladas:

H<sub>0</sub>: Não há diferença significativa entre as médias dos rendimentos volumétricos;

H<sub>1</sub>: Há diferença significativa em pelo uma média dos rendimentos volumétricos.

### 3.8 Análise financeira

Foram coletados dados de preço (R\$/m<sup>3</sup>) de madeira em tora na região, junto à concessionária Ebata Produtos Florestais LTDA, para cada espécie, em janeiro de 2018. Em seguida foi calculado o impacto no rendimento financeiro em relação ao volume não explorado devido às situações de descarte (item 3.6). Calculou-se a diferença do volume autorizado (equação 1) e volume romaneiado (equação 2), considerando, portanto, o resultado dessa diferença como sendo o volume não explorado. O volume não explorado, ou seja, a quebra no volume planejado, deve-se aos seguintes fatores: diferença entre o volume inventariado e o volume romaneiado e, principalmente, às perdas devido as situações de descarte, sendo a principal delas a presença de ocos nos troncos. O impacto financeiro devido a esses fatores foi calculado pela equação 5.

$$\text{IRF (R\$)} = \text{VNE (m}^3\text{)} \times \text{valor (R\$/m}^3\text{)} \quad \text{Eq. 5}$$

Em que:

IRF (R\$): Impacto no rendimento financeiro;

VNE (m<sup>3</sup>): volume não explorado (diferença do volume autorizado e volume romaneiado).

Valor (R\$/m<sup>3</sup>): Preço (R\$/m<sup>3</sup>) de venda pela concessionária por espécie.

O impacto financeiro devido somente à ocorrência de ocos nas toras foi calculado conforme a equação 6. O preço (R\$) estabelecido pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2016), corresponde a R\$ 125,48 por m<sup>3</sup> para o volume extraído na safra 2016. Este valor é reajustado anualmente pelo SFB. Assim, como este órgão não concede o desconto de oco, o impacto no rendimento financeiro na equação 6, considera o mesmo

valor (R\$/m<sup>3</sup>) pago pelo volume bruto, isto é, volume romaneiado de toras sem desconto de oco.

$$\text{IRF (R\$)} = \text{VO} \times \text{valor (R\$/m}^3) \quad \text{Eq. 6}$$

Em que:

IRF (R\$): Impacto no rendimento financeiro;

VO (m<sup>3</sup>): volume de oco;

Valor (R\$/m<sup>3</sup>): Preço (R\$/m<sup>3</sup>) único estabelecido pelo Serviço Florestal Brasileiro.

### 3.9 Distribuição diamétrica

O número das árvores ocas não exploradas (frequência) foi distribuído em oito classes de diâmetro, com intervalo de 10 cm (Tabela 1).

**Tabela 1** – Classes diamétricas para o número de árvores ocas não exploradas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Classe	Intervalo (cm) UPA 5/2016
1	55   - 65
2	65   - 75
3	75   - 85
4	85   - 95
5	95   - 105
6	105   - 115
7	115   - 125
8	≥ 125

Para o número de árvores ocas exploradas (frequência) foram consideradas seis classes de diâmetro de oco, com intervalo de 10 cm, conforme a Tabela 2:

**Tabela 2** - Classes diamétricas de oco das árvores exploradas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Classe	Intervalo (cm)
1	5   - 15
2	15   - 25
3	25   - 35
4	35   - 45
5	45   - 55
6	≥ 55

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1 Rendimento volumétrico bruto da colheita considerando as árvores substitutas na Unidade de Produção Anual 5/2016, Unidade de Manejo Florestal II

Foram autorizadas para colheita 3.223 árvores de 25 espécies comerciais (ver apêndice), perfazendo um volume em pé de 24.020,479 m<sup>3</sup>. Desse total foram extraídas 3079 árvores, sendo que 1227 eram árvores substitutas, totalizando um volume de 19.377,004 m<sup>3</sup> (80,67 %), referente ao volume geométrico (romaneio). Essa diferença em volume se deve a dois fatores: i) as árvores substitutas não apresentam as mesmas dimensões das árvores inicialmente selecionadas a partir do censo; e ii) o volume calculado no romaneio é mais preciso do que o volume em pé, pois o comprimento do fuste (altura comercial) é medido com precisão, enquanto no censo é estimado. Em geral, o volume em pé é superestimado quando comparado ao volume geométrico medido no romaneio de toras.

Na Tabela 3 (apêndice) apresenta-se o rendimento volumétrico bruto por espécie. No total chegou-se a um rendimento de 80,67 %. Para algumas espécies (ex. *E. schomburgkii*), chegou-se a um rendimento de até 100 %, posto que foram autorizadas 15 árvores para colheita (103,811 m<sup>3</sup>). Desse total foram colhidas 14 árvores (103,807 m<sup>3</sup>), sendo que uma árvore era substituta. Para outras, por exemplo, *H. excelsum* o rendimento volumétrico foi de 99,91 %, pois foram autorizadas 108 árvores (862,709 m<sup>3</sup>) e desse total foram colhidas 104 (861,931 m<sup>3</sup>), sendo que das árvores colhidas, sete eram substitutas (39,448 m<sup>3</sup>). Nesses casos, nota-se que o volume das substitutas exploradas contribui para um maior rendimento volumétrico. Já *H. impetiginosus*,

embora não tenha árvores substitutas colhidas, o rendimento atingiu cerca de 90 %, sendo colhidas 22 árvores (243,164 m<sup>3</sup>) do total de 23 (269,618 m<sup>3</sup>).

#### **4.2 Rendimento volumétrico líquido da colheita considerando as árvores substitutas na Unidade de Produção Anual 5/2016, Unidade de Manejo Florestal II**

O rendimento volumétrico líquido com substituição de árvores foi de 78,90 % (Tabela 4 – Apêndice) e se aproximou ao rendimento bruto (80,67%, Tabela 3 do Apêndice). Isso mostra como a substituição de árvores tem efeito positivo no rendimento da colheita.

A espécie *H. excelsum* apresentou o maior rendimento volumétrico líquido, com 99,71 % e se aproximou do rendimento bruto (99,91 %), seguida de *C. guianensis*, que apresentou 99,61 % de rendimento líquido e bruto, posto que não houve ocorrência de oco. Para a *C. villosum* foram colhidas as 29 árvores autorizadas e o rendimento volumétrico líquido foi de 97,45 %. Para esta espécie o desconto de oco somou 2,305 m<sup>3</sup> e mesmo assim, se aproximou do rendimento bruto de 98,27 %. *M. elata*, embora tenha apresentado o maior volume de oco (251,533 m<sup>3</sup>), apresentou rendimento líquido de 76,15 %, muito próximo ao rendimento bruto que foi de 77,91 %. Isto se deu pela substituição de 797 árvores (4827,869 m<sup>3</sup>) que contribuíram para compensar a perda de volume devido a esse defeito na madeira (Tabela 3 e 4 – Apêndice).

#### **4.3 Descarte de árvores**

Durante a exploração florestal aplicaram-se os critérios para descarte de árvores, conforme apresentado no item 3.6. Na Tabela 5 são apresentadas as situações de descarte durante a derruba na UPA 5/2016. No total descartaram-se, por diversos motivos, 1372 árvores, correspondendo a um volume de 10.666.091 m<sup>3</sup>. As árvores descartadas foram substituídas sempre que possível.

A grande maioria (86%) dos descartes deveu-se à ocorrência de oco. Os descartes responderam por 36 % em relação ao total de árvores a explorar. O volume de oco representou 38 % em relação ao total a explorar. (Tabela 5).

Dessa forma, para compensar esse volume selecionado e não explorado, foram escolhidas 1227 árvores substitutas, perfazendo um volume de 7.389,846 m<sup>3</sup>. A

distribuição do número de árvores não exploradas e substitutas por Unidade de Trabalho (UT) é apresentada na Figura 4. A maior concentração de descarte e substituições ocorreu nas UTs 2 e 3, que apresentaram maior área, com 296,54 ha e 318,69 ha, respectivamente, em relação a UT 1 (105,73 ha) e UT 4 (257 ha). Isso contribuiu com seleção do maior número de árvores para a colheita. Infere-se ainda, que nas UTs 2 e 3 pode ter ocorrido espécies com número de indivíduos mais expressivo que nas demais UTs.

Pode-se inferir que embora as árvores substitutas compensem as árvores que por diversos motivos não puderam ser colhidas (Tabela 5), o motosserrista precisa de um tempo operacional maior na atividade exploratória para procurar as árvores substitutas e isso resulta em aumento no custo operacional. É possível que algumas árvores substitutas apresentem as mesmas situações de descarte. Nesses casos o operário precisa se deslocar na floresta em busca de outras substitutas que estejam aptas para serem colhidas, o que acarreta mais tempo, e conseqüentemente, maior custo para a execução da atividade.

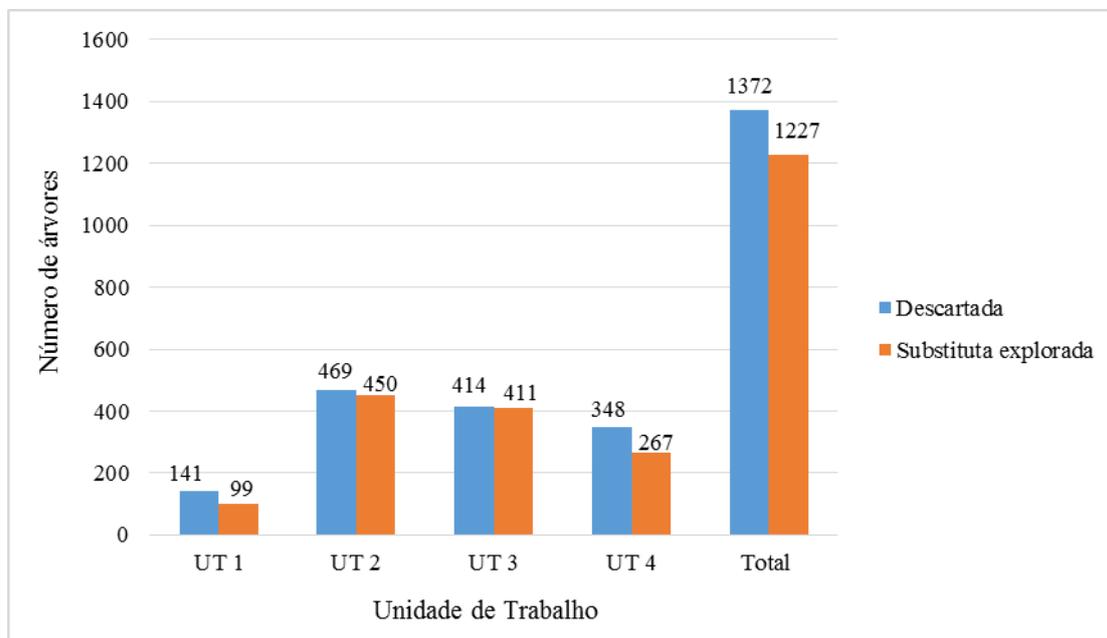
**Tabela 5** – Situações de descarte de árvores a explorar durante a colheita de madeira na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera, Estado do Pará.

Situação de descarte	Nº de árvores	% do Número de árvores em relação ao total de descarte	% do Número de árvores em relação ao total a explorar <sup>1</sup>	Volume (m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	% do Volume (m <sup>3</sup> ) em relação ao total de descarte	% do Volume (m <sup>3</sup> ) de árvores em relação ao total a explorar
Afunilamento	4	0,29	0,12	21,504	0,20	0,09
Arvore morta	1	0,07	0,03	9,255	0,09	0,04
Não aproveitável	1	0,07	0,03	4,301	0,04	0,02
Difícil acesso	19	1,38	0,59	137,584	1,29	0,57
Erro de identificação	17	1,24	0,53	126,849	1,19	0,53
Não encontrada	8	0,58	0,25	64,671	0,61	0,27
<b>Oco</b>	<b>1175</b>	<b>85,64</b>	<b>36,46</b>	<b>9220,530</b>	<b>86,45</b>	<b>38,39</b>
Possível queda em APP	124	9,04	3,85	914,423	8,57	3,81
Risco para o operador	23	1,68	0,71	166,974	1,57	0,70
<b>Total</b>	<b>1372</b>	<b>100</b>	<b>42,57</b>	<b>10.666,091</b>	<b>100</b>	<b>44,40</b>

<sup>1</sup> O número total de árvores selecionadas para explorar foi de 3223 árvores;

<sup>2</sup> O volume total selecionado para explorar foi de 24.020,479 m<sup>3</sup>.

**Figura 4** - Número de árvores descartadas e substitutas exploradas por UT na UPA 5/2017, UMF II na Flona de Saracá-Taquera.



**Fonte:** o próprio autor (2017).

#### 4.4 Ocorrência de árvores ocas não exploradas na UPA 5/2016, UMF II

Do total de árvores selecionadas para a colheita florestal, 1175 encontravam-se ocas, e não puderam ser exploradas. O menor número de árvores ocas foi encontrado nas espécies *A. spruceanum*, *E. schomburgkii*, *H. impetiginosus* e *C. guianensis*, com apenas um indivíduo cada. Entretanto, apenas sete espécies responderam por 96 % da ocorrência de ocos. (espécies em negrito na Tabela 6), sendo responsáveis por 8.833,9439 m<sup>3</sup> de volume.

**Tabela 6** – Ocorrência de árvores ocas não exploradas por espécie na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera.

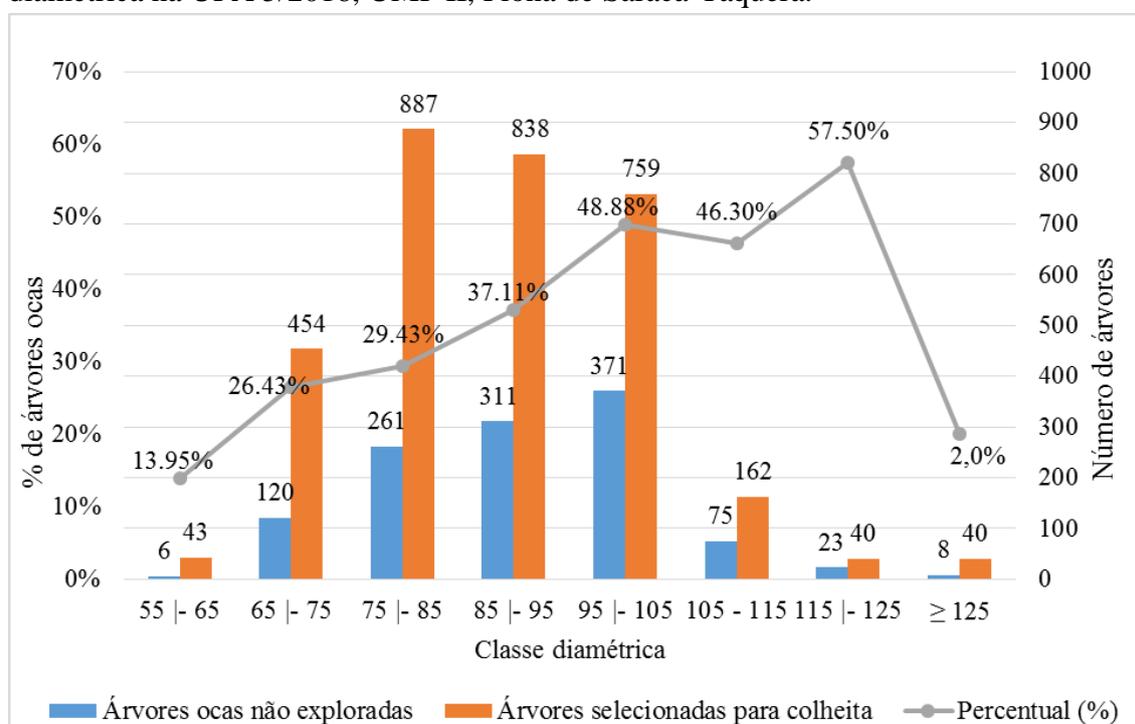
Nome vulgar	Nome científico	Nº de árvores	Volume de árvores ocas (m <sup>3</sup> )
<b>Maçaranduba</b>	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex. Miq.) <b>Monarch.</b>	<b>784</b>	<b>6.449,4480</b>
<b>Cumaru-amarelo</b>	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	<b>104</b>	<b>558,6668</b>
<b>Itaúba</b>	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. Ex Mez	<b>62</b>	<b>473,5078</b>
<b>Cupiúba</b>	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	<b>65</b>	<b>452,1753</b>
<b>Jatobá</b>	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	<b>39</b>	<b>416,5740</b>
<b>Timborana</b>	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	<b>35</b>	<b>242,7548</b>
<b>Jutaí-mirim</b>	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	<b>34</b>	<b>240,8171</b>
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	9	88,2537
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	8	77,9107
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	15	67,1716
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	4	48,3494
Tanimbuca	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	5	34,8342
Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	3	19,1008
Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i> Ducke	2	16,4995
Pequiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	2	12,2998
Ipê-roxo	Mattos	1	7,6319
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	1	6,1963
Tauari-branco	<i>Couratari guianensis</i> Aubl. <i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.	1	6,1669
Araracanga	Arg	1	2,1709
<b>Total</b>		<b>1175</b>	<b>9.220,5296</b>

A maior ocorrência de árvores ocas  $N = 371$  foi nos diâmetros de 95 | 105 cm (Figura 5). No entanto em termos relativos, isto é, na proporção de árvores ocas não exploradas em relação às árvores selecionadas para a colheita, a maior porcentagem de indivíduos ocas se deu nos diâmetros de 115 | 125 cm com 57,5 %. Já a classe 75 | 85 que em termos absolutos apresentou 268 árvores ocas não exploradas, em termos relativos, a proporção foi de apenas 29,43 %. Isso corrobora o fato de que são árvores de grande porte onde há maior probabilidade de se encontrarem ocas. Pode-se inferir que este fato pode estar relacionado a um ambiente propício a maior degradação do lenho por xilófagos devido à senescência das árvores. A ocorrência de árvores ocas

aumenta o tempo de exploração e, conseqüentemente, o custo dessa atividade, com diminuição na produtividade.

Relatos sobre a ocorrência de árvores ocas na Amazônia foram feitos por Minetti et al. (2000) em Itacoatiara-AM, onde 23 % das árvores destinadas para a exploração com  $DAP \geq 50$  cm estavam ocas e, mais recentemente, por Emmert (2014) na Flona do Jamari-RO, que encontrou 6,25 % de indivíduos ocas com  $DAP \geq 50$  cm entre os que foram selecionados para a colheita.

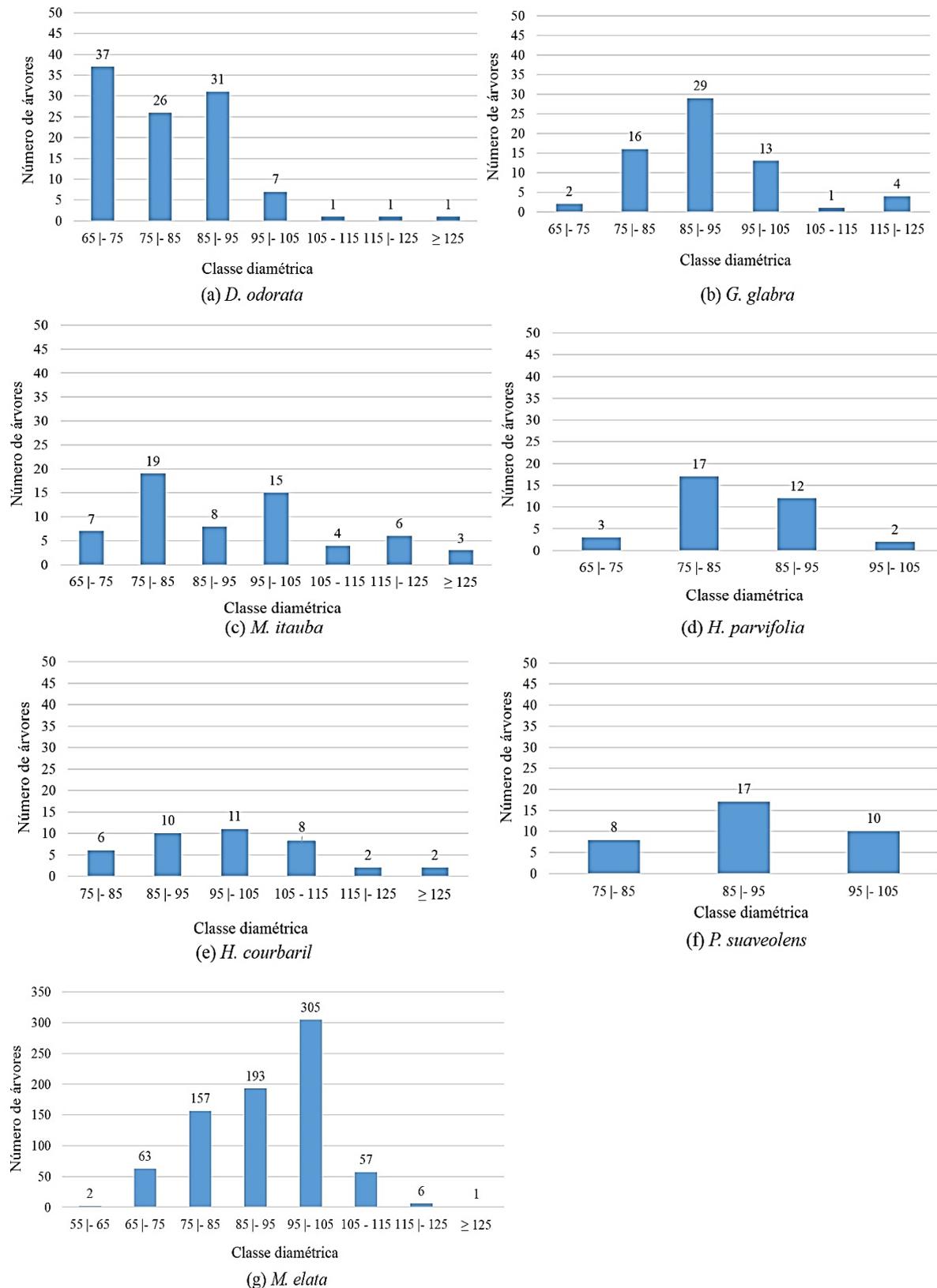
**Figura 5** – Distribuição do número de árvores ocas não exploradas por classe diamétrica na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.



Fonte: o próprio autor (2017).

Na Figura 6 observa-se um comportamento diferenciado de árvores ocas por espécie, como por exemplo *M. itauba* e *H. courbaril* e *P. suaveolens*. Em *M. elata*, que apresentou o maior número de árvores ocas ( $N = 784$ ), esse defeito se concentrou nos indivíduos com diâmetros de 95 | - 105 cm ( $N = 305$ ), diminuindo a ocorrência de árvores ocas conforme o aumento do diâmetro (Figura 6g). Em *D. odorata* com 104 árvores, o maior número de árvores ocas concentrou-se nos diâmetros de 65 | - 75 cm com 94 árvores distribuídas nas três primeiras classes. (Figura 6a).

**Figura 6** – Ocorrência de ocos por classe de diâmetro para sete espécies cujas árvores foram selecionadas e não colhidas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.



Fonte: o próprio autor (2017).

A distribuição de árvores com oco por classe de diâmetro indica que na seleção da colheita, não só as espécies com maior ocorrência de oco merecem atenção especial, mas também os diâmetros em que esse defeito mais ocorre, para se for o caso, evitar a seleção de árvores nessas classes de tamanhos. Por outro lado, ao se rejeitar continuamente as árvores com ocorrência de oco se procede a uma seleção negativa, isto é, com o passar dos anos, a floresta terá uma quantidade expressiva de árvores ocas e a qualidade da colheita em ciclos futuros será seriamente comprometida por essa seleção.

#### **4.5 Ocorrência de árvores ocas exploradas na UPA 5/2016, UMF II**

Do total de árvores selecionadas para a colheita, 533 indivíduos, com volume correspondente a 423,792 m<sup>3</sup> estavam ocas e foram explorados, pois mesmo com esse defeito teriam aproveitamento na indústria madeireira (Tabela 7). *M. elata* apresentou o maior número de árvores ocas, (N = 308; 251,532 m<sup>3</sup>), representando 57,79 % do total de árvores ocas exploradas. *D. odorata*, representou 12,57 % do total de árvores ocas exploradas, enquanto *A. spruceanum* representou apenas 0,19 %. Outras espécies são apresentadas na Tabela 7.

Medeiros (2013) relatou em seu estudo no município de Itacoatiara, no Estado do Amazonas, que do total de 88 árvores exploradas em duas unidades de trabalho (20 ha), 16 % estavam ocas. Afirma que não há um padrão para a ocorrência de ocos em espécies arbóreas nativas. Estes podem ocorrer a partir da base da árvore prolongando-se por toda a extensão do fuste, assim como podem ocorrer apenas na base ou ocorrer acima do diâmetro à altura do peito (DAP) a 1,30 m do solo.

Neste estudo, verifica-se que do total de árvores exploradas (N = 3079) em quatro unidades de trabalho (977,96 ha), 533 árvores estavam ocas, representando 17,31 % do total de árvores exploradas, um pouco maior do que o encontrado por Medeiros (2013).

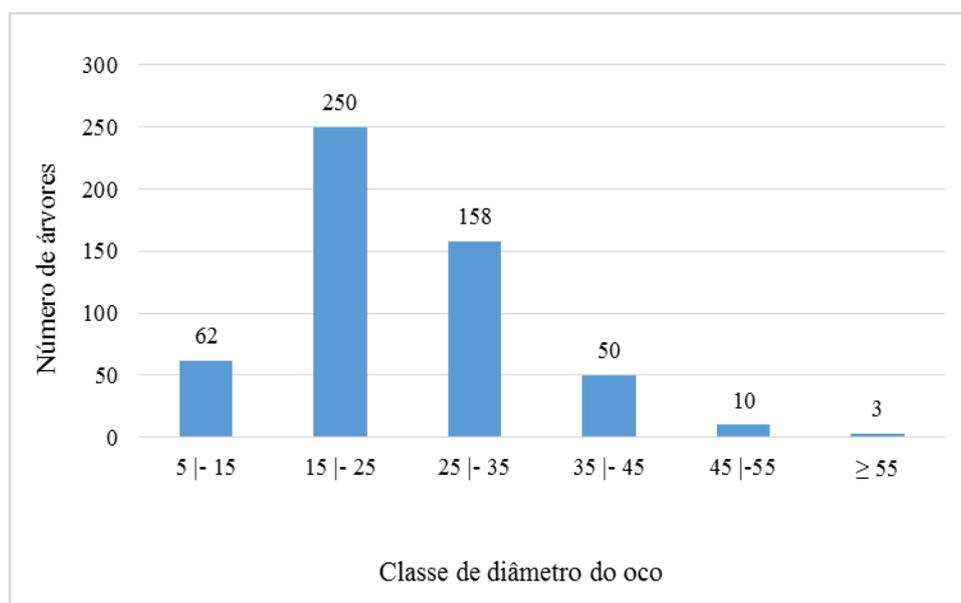
**Tabela 7** - Número e volume (m<sup>3</sup>) das árvores ocas exploradas na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera.

Nome vulgar	Nome científico	Número de árvores	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Maçaranduba</b>	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex. Miq.)	<b>308</b>	<b>251,5326</b>
<b>Cumaru-amarelo</b>	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	<b>67</b>	<b>50,6011</b>
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. Ex Mez	54	39,3126
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	31	22,7303
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	16	20,1924
Timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i>	13	9,8370
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	10	8,4904
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	13	5,5063
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	5	2,5040
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	2	2,4014
Pequiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers. <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.)	4	2,3045
Ipê-roxo	Mattos	2	2,1099
Tanimbuca	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	2	1,9261
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	1	1,6837
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,4341
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke <i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll.	1	0,9738
Araracanga	Arg	1	0,2523
<b>Total</b>		<b>533</b>	<b>423,7924</b>

Na Figura 7 verifica-se que a maior frequência (N = 250) de árvores ocas ocorrem na classe de diâmetro de oco de 15-25 cm. Três indivíduos tiveram dimensões de oco acima de 55 cm, mas mesmo assim foram aproveitados (Figura 7), sendo uma árvore da espécie *M. itauba* com DAP de 87,54 cm, uma de *D. odorata* com DAP de 89,13 cm e uma de *G. glabra* com DAP de 89,13 cm. O número de árvores colhidas com grandes diâmetros de oco foi praticamente inexpressivo, como é observado na classe 45 |-55 cm (N = 10) e na classe acima de 55 cm (N = 3).

Danielle et al. (2016) chamaram a atenção para o fato de que a presença de oco nas espécies arbóreas amazônicas implica na necessidade de um volume maior de madeira em tora, para atender a demanda de madeira serrada. Estes autores cubaram 71 árvores de *Manilkara* spp (Maçaranduba), em uma serraria no município de Rorainópolis no Estado de Roraima. Desse total, 31 estavam ocas. Identificaram que as toras com diâmetro superior a 80 cm apresentaram uma tendência de decréscimo no rendimento, pois nessa classe diamétrica, 75 % das toras estavam ocas.

**Figura 7** - Número de árvores ocas por classe diamétrica do oco na UPA 5/2016, UMF II na Flona de Saracá-Taquera.



**Fonte:** o próprio autor (2017).

#### 4.6 Proporção de árvores ocas na UPA 5/2016, UMF II

De um total de 25 espécies selecionadas para a colheita (Tabela 4 – Apêndice), havia presença de oco em 80 % delas (N = 20). Das 3190 árvores selecionadas para corte, 53,54 % estavam ocas, conforme se apresenta na Tabela 8 (Apêndice).

A espécie *B. parvifolia* apresentou 100% de árvores ocas, seguida de *P. suaveolens* com 84,21 %, *L. pisonis* com 70,59 %, *G. glabra* com 65,75 % e *M. elata* com 59 % de árvores ocas em relação ao número de árvores autorizadas para colheita. Nesse sentido, considerando o total de árvores ocas não colhidas (N = 1175) e as colhidas (N = 533; Tabela 8 – Apêndice) houve quase duas árvores ocas por hectare manejado  $[(1175 + 533) / 977,69 = 1,7]$ .

#### 4.7 Análise estatística do rendimento da colheita

Para verificar a hipótese formulada de que a ocorrência de oco afeta o rendimento volumétrico da colheita, aplicou-se a análise de variância (one way), cujos resultados são apresentados na Tabela 9. Assim, comparando-se os tratamentos T1: Rendimento volumétrico bruto incluindo árvores substitutas (não se descontou o oco), T2: Rendimento volumétrico líquido incluindo árvores substitutas (nesse caso houve desconto do oco), T3: Rendimento volumétrico bruto sem incluir árvores substitutas (não se descontou o oco), T4: Rendimento volumétrico líquido sem incluir árvores substitutas (nesse caso houve desconto do oco), rejeita-se  $H_0$ , ou seja, há diferença estatística no rendimento volumétrico em pelo menos um tratamento (P-valor < 0,01, (Tabela 9).

**Tabela 9** – ANOVA para o rendimento volumétrico na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Causas de variação	SQ	gl	MQ	F	P valor
Tratamentos	0,520392	3	0,173464	4,24	0,007*
Resíduo	3,924098	96	0,040876		
Total	4,444490	99			

\*significante ao nível  $\alpha = 0,01$ .

O teste de Tukey a 95 % de probabilidade (Tabela 10) revelou, como era esperado, que o tratamento T1 foi estatisticamente semelhante ao T2 e o T2 igual ao T3, ou seja, a ocorrência de oco não afetou estatisticamente o rendimento volumétrico. Isso se deve à possibilidade de substituir os indivíduos ocados. Os tratamentos onde não se considerou árvores substitutas (T3 e T4), incluindo ou não árvores com oco também apresentaram rendimento estatisticamente semelhantes, porém diferentes dos tratamentos onde se fez a substituição de árvores ocas. Isso corrobora a importância do órgão ambiental em permitir essa substituição.

O tratamento T2 mostrou-se estatisticamente igual à média do tratamento T3 e este semelhante ao T4, indicando que o rendimento volumétrico considerando as árvores substitutas sem descontar o oco é semelhante ao rendimento volumétrico

considerando apenas as árvores selecionadas para a colheita com ou sem o oco. (Tabela 10).

**Tabela 10** – Teste de Tukey para a média dos tratamentos do rendimento volumétrico na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Tratamentos	Média (%)	Desvio padrão ( $\sigma$ )	Teste de Tukey
T1	83	0,1462	a
T2	78	0,1534	ab
T3	68	0,2399	bc
T4	61	0,2471	c

**T1:** Rendimento volumétrico bruto incluindo árvores substitutas (não se descontou o oco), **T2:** Rendimento volumétrico líquido incluindo árvores substitutas (nesse caso houve desconto do oco), **T3:** Rendimento volumétrico bruto sem incluir árvores substitutas (não se descontou o oco), **T4:** Rendimento volumétrico líquido sem incluir árvores substitutas (nesse caso houve desconto do oco).

Nesse sentido, rejeita-se a hipótese proposta no trabalho, pois a presença ou ausência de oco não influenciou estatisticamente no rendimento volumétrico, e sim a substituição de árvores ocas. Por outro lado, o oco pode ter influenciado no rendimento financeiro da empresa concessionária.

#### 4.8 Análise do rendimento financeiro

Para essa análise duas situações foram criadas: na primeira, considerou-se que a concessionária embora faça a substituição de árvores pelos motivos de descarte, mencionado no item 4.3, tem perdas de volume devido à diferença entre o volume do censo florestal e o volume do romaneio. Essa diferença foi de 4.643,475 m<sup>3</sup>. Caso a concessionária vendesse esse volume de madeira, teria uma receita de R\$ 1.523.467,25. Isso indica que o valor do estoque de madeira é de aproximadamente 1,5 milhão de reais mais baixo do que o inicialmente estimado pela concessionária. Essa quebra de produção ocorre não apenas pela diferença entre o volume estimado no censo e volume romaneiado, como também pelo volume de árvores substitutas exploradas, cujas dimensões podem ser menores do que as previamente selecionadas para a colheita.

Somente *M. elata* concentrou R\$ 996.651,01 dessa perda, seguida da *D. odorata* com R\$ 187.655,85. (Tabela 11 - Apêndice).

Nessa situação há também de considerar que para todas as árvores descartadas, a concessionária teve um custo inicial no inventário, custo para realizar o teste do oco e mais o custo para substituí-las por outras árvores que atendessem aos mesmos critérios de seleção para a colheita, aumentando, assim, o tempo e, conseqüentemente, o custo da atividade exploratória. Além do mais, o volume autorizado pelo órgão ambiental, e que não foi explorado estava no planejamento da concessionária para estabelecer as relações comerciais no mercado de madeira.

No segundo cenário, considerou-se apenas o volume de oco das árvores exploradas. O impacto na receita foi de R\$ 53.177,47 (Tabela 12). Este valor o concessionário pagou ao Serviço Florestal Brasileiro, no ano de 2016, uma vez que o órgão ainda não permite o desconto de oco. Aquele montante poderia ser aplicado na folha do 13º dos funcionários que no ano de 2016 foi R\$ 54.274,02.

Vale destacar que embora a presença ou ausência de oco não tenha influenciado estatisticamente no rendimento volumétrico, há perdas na receita devido a esse defeito. Embora, neste estudo, tenham representado apenas 3,4 % das perdas totais [ $R\$ 53.177,47 / (R\$ 1.523.467,25 + 53.177,47) \times 100$ ], quando somadas à perda devido à quebra de produção (diferença entre o volume autorizado e o romaneiado; Tabela 11) podem ter impacto expressivo na receita do empreendimento e comprometer a viabilidade econômica do manejo a longo prazo. Nesse aspecto é importante salientar que para algumas espécies o volume devido à substituição não foi suficiente para compensar o descarte.

**Tabela 12** - Valor (R\$) total do impacto na receita devido ao volume de oco nas árvores exploradas na UPA 5/2016, UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Nome Vulgar	Nome científico	Número de árvores	Volume do oco (m <sup>3</sup> )	R\$/m <sup>3</sup>	Valor (R\$) total
Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex. Miq.) Monarch.	308	251,533	R\$ 125,48	R\$ 31.562,31
Cumaru-amarelo	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	67	50,601	R\$ 125,48	R\$ 6.349,43
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. Ex Mez	54	39,313	R\$ 125,48	R\$ 4.932,94
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	31	22,730	R\$ 125,48	R\$ 2.852,20
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	16	20,192	R\$ 125,48	R\$ 2.533,74
Timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	13	9,837	R\$ 125,48	R\$ 1.234,34
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	10	8,490	R\$ 125,48	R\$ 1.065,38
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	13	5,506	R\$ 125,48	R\$ 690,93
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	5	2,504	R\$ 125,48	R\$ 314,20
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	2	2,401	R\$ 125,48	R\$ 301,33
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	4	2,305	R\$ 125,48	R\$ 289,17
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	2,110	R\$ 125,48	R\$ 264,75
Tanimbuca	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	2	1,926	R\$ 125,48	R\$ 241,68
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	1	1,684	R\$ 125,48	R\$ 211,27
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	1,434	R\$ 125,48	R\$ 179,95
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	1	0,974	R\$ 125,48	R\$ 122,19
Araracanga	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg	1	0,252	R\$ 125,48	R\$ 31,65
<b>Total</b>		<b>533</b>	<b>423,792</b>		<b>R\$ 53.177,47</b>

<sup>15</sup>R\$/m<sup>3</sup>: valor pago por m<sup>3</sup> de tora romanejada pelo concessionário ao Serviço Florestal Brasileiro, referente à safra do ano de 2016. Neste caso, como o SFB não concede desconto de oco, o concessionário paga por volume bruto, isto é, sem desconto de oco.

## **5. CONCLUSÕES**

A ocorrência de oco não afetou significativamente o rendimento volumétrico. Comprovou-se que a substituição de árvores ocas, no entanto, é fundamental para garantir um maior rendimento volumétrico na colheita.

O volume de oco encontrado tem pouco impacto nas perdas da receita da colheita. No entanto, se somado às perdas devido a quebra no volume colhido, as duas juntas podem representar um impacto expressivo na receita e, conseqüentemente, comprometer a viabilidade do manejo a longo prazo.

## **6. RECOMENDAÇÕES**

Aprofundar estudos de custos das operações do manejo florestal, para melhor avaliar as perdas volumétricas e seu impacto no rendimento financeiro da colheita.

Incluir a substituição de árvores descartadas em uma Instrução Normativa e ou Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Mostrou-se, neste trabalho, que a substituição de árvores é fundamental para compensar as perdas pelo descarte de árvores.

Considerar o desconto do volume de oco na legislação federal, como já ocorre na regulamentação do manejo no estado do Pará previsto na Instrução Normativa da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS) n° 5 de 10 de setembro de 2015. Isto é particularmente importante em áreas de concessão, onde os custos da atividade florestal são mais elevados em comparação às florestas particulares em virtude do contrato de concessão florestal.

Recomenda-se ainda aprofundar estudos sobre rendimento volumétrico de toras ocas no processamento industrial e seu impacto sobre a receita das indústrias.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R. D. de A. M. **Diagnóstico da ocorrência de cupins xilófagos em árvores urbanas do bairro de Higienópolis, na cidade de São Paulo**. 2002. 85 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Recursos Florestais), São Paulo, 2002.
- APOLINÁRIO, F. E.; MARTIUS, C. Ecological role of termites (Insecta, Isoptera) in tree trunks in central Amazonian rain forests. **Forest Ecology and Management**, n. 194, p. 23-28, 2004.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; SILVA, J. N. M.; MERRY, F. The evolution of Brazilian forest concessions. **Elementa Science of Anthropocene**, v.3, n. 48, p. 1-8, 2015.
- BRASIL. Lei de gestão de florestas públicas nº 11.284/2006 de 2 de março de 2006a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=485>. Acesso em: 15 março 2017.
- BRASIL. Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 5/2006, de 13 de dezembro de 2006b. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76720>. Acesso em: 02 fevereiro 2018.
- BRASIL. Portaria 443/2014 – Espécies ameaçadas de extinção. Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 245 de 18 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=18/12/2014&jornal=1&pagina=110&totalArquivos=144>. Acesso em: 15 março 2017.
- BRASIL. Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente nº 1/2015a. Diário Oficial da República Federativa do Brasil nº 31 de 13 de fevereiro de 2015. Disponível em: [http://www.lex.com.br/legis\\_26485622\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_1\\_DE\\_12\\_DE\\_FEVEREIRO\\_DE\\_2015.aspx](http://www.lex.com.br/legis_26485622_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_1_DE_12_DE_FEVEREIRO_DE_2015.aspx). Acesso em: 15 março 2017.
- BRASIL. Instrução Normativa da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS/PA) nº 5 de 10 de setembro de 2015b. Disponível em: [http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-5-2015-pa\\_303325.html](http://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-5-2015-pa_303325.html). Acesso em: 16 fevereiro 2018.
- BROW, S.; LUGO, A. E. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. **Interciência**, v. 17, n. 1, p. 8-18, 1992.
- BROW, I. F.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; FERREIRA, C. A. C.; VICTORIA, R. A. Uncertainty in the biomass of Amazonia forest: An example from Rondônia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, n. 75, p. 175-189, 1995.
- DANIELLI, F. E.; GIMENEZ, B. O.; OLIVEIRA, C. K. A. de; SANTOS, J. dos; HIGUCHI, N. Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (Sapotaceae) em serraria do Estado de Roraima, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 641-651, 2016.

Ebata Produtos Florestais LTDA. **Relatório de Equação de Volume**, 2013, 14 p.

EMMERTI, F. **Combinação de dados de campo e métodos computacionais para o planejamento da exploração florestal na Amazônia**. 2014. 190f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências Florestais), Brasília-DF, 2014.

KARSENTY, A. et al. Regulating industrial forest concessions in Central Africa and South America. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 1498–1508, 2008.

TIMOFEICZYK JUNIOR, R. **Análise econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais – Um estudo de caso**. 2004. 143f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.

MEDEIROS, R. G. S. **Avaliação do rendimento da madeira de árvores de floresta em pé por meio de metodologia não destrutiva**. 2013. 104f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), Manaus-AM, 2013.

MENDES, A. de S.; ALVES, M. V da S. **A degradação da madeira e sua preservação**, 1998. 58 p.

MINETTI, L. J.; FILHO, R. F. de O.; PINTO, L. A. de A.; SOUZA, A. P. de; FIEDLER, N. C. Análise técnica e econômica o corte florestal planejado de floresta tropical úmida de terra firme, na Amazônia Ocidental. **Revista Árvore**, v. 24, n. 4, p. 429-435, 2000.

NOGUEIRA, E. M.; NESLSON, B. W.; FEARNSTIDE, P. M. Volume and biomass of trees in central Amazonia: influence of irregularly shaped and hollow trunks. **Forest Ecology and Management**, n. 227, p. 14 - 21, 2006.

PAOF. **Plano anual de outorga florestal 2017**. Ministério do Meio Ambiente, Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, DF: SFB, 2016. 116 p.

PMF. **Plano de Manejo Florestal da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Estado do Pará – Brasil**. ICMBio. Curitiba-PR, 2001. 709 p.

PMFS. **Plano de Manejo Florestal de Uso Múltiplo da UMF II**. Belém, PA. 2011. 234 p.

PMF. **Plano de Manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera, volume I – Diagnóstico**. ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2014. 235 p.

POA. **Plano Operacional Anual, UPA 5/2016, UMF II**. Ebata Produtos Florestais Ltda Belém, PA. 2016. 62 p.

SECCO, C. B. **Deteção de oco em toras utilizando métodos de propagação de ondas ultrassônicas**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola). 2011. 115f, Campinas-SP, 2011.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Guia para medição de produtos e subprodutos florestais madeireiros das concessões florestais**. Brasília, DF, 2012. 48 p.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. **Apostila 02/2016**. Brasília, DF, 2016. 6 p.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. Disponível em:  
<<http://www.florestal.gov.br/florestas-sob-concessao>>. Acesso em: 09 out. 2017.

TIMOFEICZYK JUNIOR, R. **Análise econômica do manejo de baixo impacto em florestas tropicais – Um estudo de caso**. 2004. 143f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.

## APÊNDICE

**Tabela 3** – Rendimento volumétrico bruto (%) (sem desconto do oco) incluindo árvores substitutas por espécie na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II, na Flona de Saracá-Taquera, Estado do Pará.

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado				RVb <sup>6</sup> (%)
		Nº de árvores	Va <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>4</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores substitutas	Vs <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> )	
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	108	862,709	104	861,931	7	39,448	99,91
Araracanga	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth ex Müll. Arg.	9	39,363	6	25,535	1	1,907	64,87
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	17	163,595	15	104,821	8	35,456	64,07
Cumaru	<i>Dipteryx magnifica</i> (Ducke) Ducke	3	17,53	2	14,191			80,95
Cumaru-amarelo	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd	353	1913,173	338	1.537,861	110	309,062	80,38
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	146	1002,878	140	659,704	75	272,966	65,78
Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	8	46,053	7	37,745	2	9,115	81,96
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	15	103,811	14	103,807	1	4,679	100,0
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	10	60,573	10	59,410			98,08
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	23	269,618	22	243,164			90,19

<sup>3</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>4</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>) (sem desconto do oco);

<sup>5</sup> Vs: volume romaneiado de árvores substitutas;

<sup>6</sup> RVb: Rendimento volumétrico bruto (%).

(Continua)

**Tabela 3** – Rendimento volumétrico bruto (%) (sem desconto do oco) incluindo árvores substitutas por espécie na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II, na Flona de Saracá-Taquera, Estado do Pará.

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado				RVb <sup>6</sup> (%)
		Nº de árvores	Va <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>4</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores substitutas	Vs <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> )	
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Tab ex Mez	226	1597,65	225	1.466,189	69	345,458	91,77
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	152	1589,829	148	1.467,193	49	360,563	92,29
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	87	599,666	81	450,858	39	170,295	75,18
Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i> Ducke	6	45,933	6	29,897	2	7,836	65,09
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	6	30,499	6	24,301	1	2,005	79,68
Louro-vermelho	<i>Sextonia rubra</i> (Mez) Van der Werlf	4	30,094	4	28,984			96,31
Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex. Miq.) Monarch	1851	14320,202	1.763	11.156,231	797	4827,869	77,91
Mandioqueira-lisa	<i>Ruizterania albiflora</i> (Mart.) Marciano-Berti	6	43,324	6	40,122			92,61
Muiracatiara	<i>Atronium lecointei</i> Ducke	15	132,838	13	90,531	7	36,100	68,15
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	29	280,997	29	276,130	3	13,671	98,27
Sucupira-amarela	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	10	40,976	9	38,959			95,08
Tanimbuca-amarela	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	6	39,818	3	17,657	2	10,817	44,34
Tauari-branco	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	7	40,786	7	40,626	1	3,883	99,61
Timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	57	397,603	53	300,349	33	159,818	75,54

(Continua)

<sup>3</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>4</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>) (sem desconto do oco);

<sup>5</sup> Vs: volume romaneiado de árvores substitutas;

<sup>6</sup> RVb: Rendimento volumétrico bruto (%).

**Tabela 3** – Rendimento volumétrico bruto (%) (sem desconto do oco) incluindo árvores substitutas por espécie na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II, na Flona de Saracá-Taquera, Estado do Pará.

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado				RVb <sup>6</sup> (%)
		Nº de árvores	Va <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>4</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores substitutas	Vs <sup>5</sup> (m <sup>3</sup> )	
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	69	350,961	68	300,811	20	74,597	85,71
<b>Total</b>		<b>3.223,00</b>	<b>24.020,48</b>	<b>3.079,00</b>	<b>19.377,004</b>	<b>1.227</b>	<b>6.685,543</b>	<b>80,67</b>

<sup>3</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>4</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>) (sem desconto do oco);

<sup>5</sup> Vs: volume romaneiado de árvores substitutas;

<sup>6</sup> RVb: Rendimento volumétrico bruto (%).

**Tabela 4** - Rendimento volumétrico líquido (%) incluindo árvores substitutas por espécie na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II na Flona de Saracá-Taquera.

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado				Vo <sup>10</sup> (m <sup>3</sup> )	VI <sup>11</sup>	RVL <sup>12</sup> (%)
		Nº de árvores	Va <sup>7</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>8</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores substitutas	Vs <sup>9</sup> (m <sup>3</sup> )			
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	108	862,709	104	861,931	7	39,448	1,684	860,247	99,71
Araracanga	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth ex Müll. Arg.	9	39,363	6	25,535	1	1,907	0,252	25,283	64,23
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	17	163,595	15	104,821	8	35,456	1,434	103,387	63,20
Cumaru	<i>Dipteryx magnifica</i> (Ducke) Ducke	3	17,53	2	14,191			0,000	14,191	80,95
Cumaru-amarelo	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd	353	1913,173	338	1.537,861	110	309,062	50,601	1.487,260	77,74
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	146	1002,878	140	659,704	75	272,966	22,730	636,973	63,51
Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	8	46,053	7	37,745	2	9,115	0,000	37,745	81,96
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	15	103,811	14	103,807	1	4,679	2,504	101,303	97,58
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	10	60,573	10	59,410			0,000	59,410	98,08
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	23	269,618	22	243,164			2,110	241,054	89,41
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Tab ex Mez	226	1597,65	225	1.466,189	69	345,458	39,313	1.426,876	89,31
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	152	1589,829	148	1.467,193	49	360,563	20,192	1.447,001	91,02

<sup>7</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>8</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>) (sem desconto do oco);

<sup>9</sup> Vs: volume romaneiado de árvores substitutas;

<sup>10</sup>Vo: Volume de oco (m<sup>3</sup>);

<sup>11</sup>VI: Volume líquido

<sup>12</sup>RVb: Rendimento volumétrico líquido (%).

(Continua)

**Tabela 4** - Rendimento volumétrico líquido (%) incluindo árvores substitutas por espécie na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II na Flona de Saracá-Taquera.

(Conclusão)

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado				Vo <sup>10</sup> (m <sup>3</sup> )	VI <sup>11</sup>	RVL <sup>12</sup> (%)
		Nº de árvores	Va <sup>7</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>8</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores substitutas	Vs <sup>9</sup> (m <sup>3</sup> )			
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	87	599,666	81	450,858	39	170,295	8,490	442,367	73,77
Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i> Ducke	6	45,933	6	29,897	2	7,836	0,000	29,897	65,09
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	6	30,499	6	24,301	1	2,005	2,401	21,899	71,80
Louro-vermelho	<i>Sextonia rubra</i> (Mez) Van der Werlf	4	30,094	4	28,984			0,000	28,984	96,31
Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex. Miq.) Monarch	1851	14320,202	1.763	11.156,231	797	4827,869	251,533	10.904,698	76,15
Mandioqueira-lisa	<i>Ruizterania albiflora</i> (Mart.) Marciano-Berti	6	43,324	6	40,122			0,000	40,122	92,61
Muiracatiara	<i>Atronium lecointei</i> Ducke	15	132,838	13	90,531	7	36,100	0,974	89,557	67,42
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	29	280,997	29	276,130	3	13,671	2,305	273,825	97,45
Sucupira-amarela	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	10	40,976	9	38,959			0,000	38,959	95,08
Tanimbuca-amarela	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	6	39,818	3	17,657	2	10,817	1,926	15,731	39,51
Tauari-branco	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	7	40,786	7	40,626	1	3,883		40,626	99,61
Timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	57	397,603	53	300,349	33	159,818	9,837	290,512	73,07
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	69	350,961	68	300,811	20	74,597	5,506	295,305	84,14
<b>Total</b>		<b>3.223,00</b>	<b>24.020,48</b>	<b>3.079,00</b>	<b>19.377,004</b>	<b>1.227</b>	<b>6.685,543</b>	<b>423,792</b>	<b>18.953,212</b>	<b>78,90</b>

<sup>7</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>8</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>) (sem desconto do oco);

<sup>9</sup> Vs: volume romaneiado de árvores substitutas;

<sup>10</sup>Vo: Volume de oco (m<sup>3</sup>);

<sup>11</sup>VI: Volume líquido

<sup>12</sup> RVb: Rendimento volumétrico líquido (%).

**Tabela 8** - Proporção de árvores ocas por espécie na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II na Flona de Saracá-Taquera.

Nome Vulgar	Nome científico	Nº de árvores ocas exploradas	Nº de árvore ocas não exploradas	Nº de árvores autorizadas	Proporção de árvores ocas %
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	1	4	108	4,63
Araracanga	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth. ex Müll. Arg	1	1	9	22,22
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	3	9	17	70,59
Cumarú-amarelo	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	67	104	353	48,44
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	31	65	146	65,75
Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke		3	8	37,50
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	5	1	15	40,00
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	2	1	23	13,04
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. Ex Mez	54	62	226	51,33
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	16	39	152	36,18
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	10	34	87	50,57
Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i> Ducke		2	6	33,33
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	2		6	33,33
Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monarch.	308	784	1851	59,00
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	1	8	15	60,00
Pequiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	4	2	29	20,69
Tanimbuca	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	2	5	7	100,00
Tauari-branco	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.		1	7	14,29
Timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	13	35	57	84,21
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	13	15	69	40,58
<b>Total</b>		<b>533</b>	<b>1175</b>	<b>3190</b>	<b>53,54</b>

**Tabela 11** – Valor (R\$) total do impacto no rendimento financeiro devido à diferença de volume autorizado e romaneiado na UPA 5/2016 (977,96 ha), sem desconto de oco na UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado		Diferença (Va-Vr <sup>15</sup> )	R\$/m <sup>3</sup>	Valor (R\$) Total
		Nº de árvores	Va <sup>13</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>14</sup> (m <sup>3</sup> )			
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	108	862,709	104	861,931	0,778	R\$ 350,00	R\$ 272,40
Araracanga	<i>Aspidosperma spruceanum</i> Benth ex Müll. Arg.	9	39,363	6	25,535	13,828	R\$ 275,00	R\$ 3.802,65
Castanha-sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	17	163,595	15	104,821	58,774	R\$ 250,00	R\$ 14.693,45
Cumaru	<i>Dipteryx magnifica</i> (Ducke) Ducke	3	17,53	2	14,191	3,339	R\$ 500,00	R\$ 1.669,30
Cumaru-amarelo	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd	353	1913,173	338	1.537,861	375,312	R\$ 500,00	R\$ 187.655,85
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	146	1002,878	140	659,704	343,174	R\$ 275,00	R\$ 94.372,91
Fava-amargosa	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	8	46,053	7	37,745	8,308	R\$ 240,00	R\$ 1.993,87
Fava-orelha-de-macaco	<i>Enteroblobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	15	103,811	14	103,807	0,004	R\$ 250,00	R\$ 1,10
Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	10	60,573	10	59,410	1,163	R\$ 275,00	R\$ 319,94
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	23	269,618	22	243,164	26,455	R\$ 1.000,00	R\$ 26.454,50
Itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Tab ex Mez	226	1597,65	225	1.466,189	131,461	R\$ 275,00	R\$ 36.151,80
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	152	1589,829	148	1.467,193	122,636	R\$ 350,00	R\$ 42.922,60
Jutaí-mirim	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	87	599,666	81	450,858	148,808	R\$ 350,00	R\$ 52.082,87
Louro-aritu	<i>Licaria aritu</i> Ducke	6	45,933	6	29,897	16,036	R\$ 240,00	R\$ 3.848,71
Louro-pimenta	<i>Ocotea canaliculata</i> (Rich.) Mez	6	30,499	6	24,301	6,198	R\$ 240,00	R\$ 1.487,59
Louro-vermelho	<i>Sextonia rubra</i> (Mez) Van der Werf	4	30,094	4	28,984	1,110	R\$ 240,00	R\$ 266,40
Maçaranduba	<i>Manilkara elata</i> (Allemão ex. Miq.) Monarch.	1851	14320,202	1.763	11.156,231	3.163,972	R\$ 315,00	R\$ 996.651,02

(Continua)

<sup>13</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>14</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>), sem desconto do oco, com substituição devido as situações de descarte;

<sup>15</sup>Vr: Volume romaneiado (m<sup>3</sup>)

**Tabela 11** – Valor (R\$) total do impacto no rendimento financeiro devido à diferença de volume autorizado e romaneiado na UPA 5/2016 (977,96 ha), UMF II, Flona de Saracá-Taquera.

Nome vulgar	Nome científico	Autorizado		Romaneiado		Diferença (Va-Vr <sup>15</sup> )	R\$/m <sup>3</sup>	Valor (R\$) Total
		Nº de árvores	Va <sup>13</sup> (m <sup>3</sup> )	Nº de árvores	Vbt <sup>14</sup> (m <sup>3</sup> )			
Mandioqueira-lisa	<i>Ruizterania albiflora</i> (Mart.) Marcano-Berti	6	43,324	6	40,122	3,202	R\$ 275,00	R\$ 880,58
Muiracatiara	<i>Atronium lecointei</i> Ducke	15	132,838	13	90,531	42,307	R\$ 275,00	R\$ 11.634,45
Piquiá	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	29	280,997	29	276,130	4,867	R\$ 275,00	R\$ 1.338,45
Sucupira-amarela	<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	10	40,976	9	38,959	2,017	R\$ 275,00	R\$ 554,76
Tanimbuca-amarela	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	6	39,818	3	17,657	22,161	R\$ 275,00	R\$ 6.094,36
Tauari-branco	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	7	40,786	7	40,626	0,160	R\$ 240,00	R\$ 38,38
Timborana	<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J. W. Grimes	57	397,603	53	300,349	97,254	R\$ 275,00	R\$ 26.744,77
Uxi	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	69	350,961	68	300,811	50,150	R\$ 230,00	R\$ 11.534,55
<b>Total</b>		<b>3.223,00</b>	<b>24.020,479</b>	<b>3.079,00</b>	<b>19.377,004</b>	<b>4.643,475</b>		<b>R\$ 1.523.467,25</b>

<sup>13</sup> Va: volume autorizado (m<sup>3</sup>);

<sup>14</sup> Vbt: volume bruto total (m<sup>3</sup>) (sem desconto do oco);

<sup>15</sup> Vr: Volume romaneiado (m<sup>3</sup>).