



# Sustentabilidade de Recursos Florestais

André Luiz Oliveira de Francisco  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora

Ano 2019

André Luiz Oliveira de Francisco  
(Organizador)

# Sustentabilidade de Recursos Florestais

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

S964 Sustentabilidade de recursos florestais [recurso eletrônico] /  
Organizador André Luiz Oliveira de Francisco. – Ponta Grossa  
(PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-044-5

DOI 10.22533/at.ed.445191601

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Gestão ambiental. 3. Meio ambiente. I. Francisco, André Luiz Oliveira de.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O leitor na obra Sustentabilidade de Recursos Florestais terá a oportunidade de conhecer 10 trabalhos científicos com diferentes temáticas florestais nos quais teremos inserções de assuntos econômicos, conservação do ambiente, logística, produção e desenvolvimento florestal, dentre outros.

A obra apresenta todos os trabalhos com viés aplicado do componente florestal, abordando-o desde em áreas naturais, com levantamento arbóreo e estudos do comportamento de áreas naturais, passando por estudos ambientais na exploração florestal comercial e análise de processos da cadeia produtiva da madeira, como logística e mecanização dos sistemas de produção. Contudo temáticas diferenciadas de aplicação do componente florestal também são abordadas, com aplicações dele fora do ciclo da madeira, demonstrando ao leitor oportunidades de uso e aplicações dele em dias a dias fora do recorrente uso madeireiro.

A abrangência dos temas presentes nesta obra e suas qualidades diferenciadas chamam a atenção, com questões ambientais atuais em foco ligadas a preservação do ambiente natural e suas implicações para qualidade do sistema. Soma-se a isso as análises econômicas em pauta aqui com o sistema de produção da florestal em foco, proporcionando ao leitor incremento de conhecimento sobre os tema e informações que vão implicar em ganhos econômicos ao mesmo e experiências a serem replicadas.

Neste sentido ressaltamos a importância desta leitura de forma a incrementar o conhecimento da área florestal em diferentes âmbitos ao leitor, muitos ainda pouco retratadas tornando sua leitura uma abertura de fronteiras para sua mente e oportunidades reais de planos e ideias. Boa leitura!

André Luiz Oliveira de Francisco

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>8</b>
AVALIAÇÃO DA SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES AGROFLORESTAIS NA COMPOSIÇÃO DE QUEBRA-VENTOS DA ARCELORMITTAL TUBARÃO	
Aureliano Nogueira da Costa	
Fabio Favarato Nogueira	
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho	
Bernardo Enne Corrêa da Silva	
Maria da Penha Padovan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4451916011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NA COMPOSIÇÃO DE QUEBRA-VENTOS EM PÁTIOS DE ESTOCAGEM DE CARVÃO DA ARCELORMITTAL TUBARÃO	
Aureliano Nogueira da Costa	
Fabio Favarato Nogueira	
Pedro Luís Pereira Teixeira de Carvalho	
Bernardo Enne Corrêa da Silva	
Maria da Penha Padovan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4451916012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
DESENVOLVIMENTO E MULTIPLICAÇÃO DA JOANINHA <i>CRYPTOLAEMUS MONTROUZIERI</i> NO CONTROLE BIOLÓGICO DA COCHONILHA ROSADA	
Leonardo Leite Fialho Júnior	
Lucas Alves do Nascimento Silva	
Isabel Carolina de Lima Santos	
Alexandre dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4451916013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA EM UMA UNIDADE DE MANEJO FLORESTAL NA AMAZÔNIA CENTRAL	
Raildo de Souza Torquato	
Tiago Nunes da Silva	
Ítala Lorena de Lima Ferreira	
Lennon Simões Azevedo	
Vanesse do Socorro Martins de Matos	
Veraldo Liesenberg	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4451916014</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 56**

FATORES ABIÓTICOS DO SOLO NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA BIOMASSA AÉREA EM ÁREAS DE CAATINGA NO NORDESTE BRASILEIRO

Ramon de Sousa Leite  
Marlete Moreira Mendes Ivanov  
Paulo Costa de Oliveira Filho  
Márcio Assis Cordeiro  
Misael Freitas dos Santos  
Daniele Lima da Costa  
Luciano Farinha Watzlawick  
Kauana Engel  
Jonas Wilson Parente Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.4451916015**

**CAPÍTULO 6 ..... 71**

NFLUÊNCIA DO VOLUME MÉDIO POR ÁRVORE NA PRODUTIVIDADE E NOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FELLER BUNCHER

Luis Carlos de Freitas  
Francisco de Assis Costa Ferreira  
Elton da Silva Leite  
Ana Paula da Silva Barros  
Danusia Silva Luz  
Aline Pereira das Virgens

**DOI 10.22533/at.ed.4451916016**

**CAPÍTULO 7 ..... 81**

MAPEAMENTO DE FOCOS DE CALOR EM ÁREA DE INVASÃO BIOLÓGICA NO DOMÍNIO MATA ATLÂNTICA EM MINAS GERAIS

Eduarda Soares Menezes  
Danielle Piuzana Mucida  
Luciano Cavalcante de Jesus França  
Aline Ramalho dos Santos  
Marcos Vinicius Miranda Aguilár  
Eduardo Alves Araújo  
Fernanda Silveira Lima  
Amanda Cristina dos Santos  
Israel Marinho Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.4451916017**

**CAPÍTULO 8 ..... 96**

OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE COZIMENTO CONTÍNUO EM LABORATÓRIO PARA MADEIRAS DE *EUCALYPTUS SPP.*

Fabiano Rodrigues Pereira  
Thaís Chaves Almeida  
Eliênildo Martins Alves  
Rodrigo Ribeiro de Almeida  
Gilmar Correia Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4451916018**

**CAPÍTULO 9 ..... 104**

SERAPILHEIRA EM POVOAMENTO DE EUCALIPTOS: FONTE OU DRENO DE CARBONO?

Dione Richer Momolli  
Mauro Valdir Schumacher  
Elias Frank Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.4451916019**

**CAPÍTULO 10 ..... 113**

VIABILIDADE ECONÔMICA, ANÁLISE DE RISCO E DE SENSIBILIDADE NO TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO

Aline Pereira das Virgens  
Luís Carlos de Freitas  
Márcio Lopes da Silva  
Danusia Silva Luz  
Ana Paula da Silva Barros  
Francisco de Assis Costa Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.44519160110**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 126**

## INFLUÊNCIA DO VOLUME MÉDIO POR ÁRVORE NA PRODUTIVIDADE E NOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DO FELLER BUNCHER

### **Luis Carlos de Freitas**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Vitória  
da Conquista – Bahia

### **Francisco de Assis Costa Ferreira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Vitória  
da Conquista – Bahia

### **Elton da Silva Leite**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,  
Cruz das Almas - Bahia

### **Ana Paula da Silva Barros**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Vitória  
da Conquista – Bahia

### **Danusia Silva Luz**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Vitória  
da Conquista – Bahia

### **Aline Pereira das Virgens**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Vitória  
da Conquista – Bahia

**RESUMO:** Dentre as variáveis que influenciam na produtividade de máquinas de colheita florestal, o volume médio por árvore (VMI) apresenta uma importância estratégica. Objetivou-se com este trabalho contextualizar a produtividade bem como os custos de produção do *Feller-Buncher* em função do

volume médio por árvore. O estudo de tempo foi abordado como forma de caracterizar o tempo gasto pela máquina em cada etapa de seu ciclo operacional. As atividades foram mensuradas por meio de visualizações de gravações de vídeos a partir de câmeras instaladas nas máquinas. Buscando comparar o tempo gasto em cada etapa do seu ciclo operacional, em relação a produtividade florestal, utilizou-se um teste de médias (Tukey em nível de 5% de significância). Observou-se pelo presente estudo que o deslocamento vazio não apresentou diferença estatística significativa em função da produtividade da floresta. Quando avaliadas às etapas de corte e acúmulo, os resultados evidenciaram maior tempo gasto nas operações em florestas com menores produtividades. Em relação ao deslocamento e descarga, o equipamento gastou menor tempo quando da realização do trabalho em florestas menos produtivas, em função de possuir elevado tempo de corte e acúmulo. A produtividade e o custo de produção do *Feller-Buncher* oscilou de forma expressiva quando da variação de Volume Médio por Árvore, mostrando que o aumento da produtividade florestal, até um determinado nível, condiciona para melhoria do desempenho do maquinário, com conseqüente redução do custo por metro cúbico colhido.

**PALAVRAS-CHAVES:** Colheita florestal;

planejamento florestal e máquinas florestais.

**ABSTRACT:** Among the variables that influence the productivity of forest harvesting machines, the average volume per tree shows a significant importance. The aim of this work was to contextualize the productivity as well as the production costs of the *Feller-Buncher* machine related to average volume per tree. The time study was approached in order to characterize the time used by the machine in each stage of the operational cycle. The activities were measured by visualizations of video recordings from cameras installed on the machines. In order to compare the efficiency of the machinery at each stage of the operational cycle, in relation to the forest productivity, it was used the means test (Turkey in the level of 5% of significance). We have observed in this study that the empty displacement did not show significant statistical difference related to forest productivity. Evaluating the cutting and accumulation stages, the results evidenced a significant time in operations with lower productivity forest. In relation to the displacement and discharge activity, the equipment showed a short time when the operation was carried out in less productive forests, due to high cutting time and accumulation. The productivity and cost of production of the *Feller-Buncher* machine fluctuated significantly due to the variation of average volume per tree, showing that the increase of the forest productivity up to a limit, provides the performance of the machinery, providing consequent reduction of the cost per cubic meter harvested.

**KEYWORDS:** timber harvesting; forest planning; forestry machinery.

## 1 | INTRODUÇÃO

O *Feller-Buncher* é composto por uma máquina base, normalmente com rodados de esteiras, uma lança hidráulica e um cabeçote de corte. O cabeçote tem a função de cortar, acumular árvores e derrubar em um local determinado, apresentando, entre seus principais componentes, braços da garra de colheita, braços da garra de acumulação e um cabeçote de corte o qual pode ser de sabre, tesoura ou disco. O sistema de corte com sabre é similar ao corte efetuado por motosserras, com diferença básica na força propulsora da corrente, a qual é acionada por um dispositivo hidráulico. O corte com cabeçote de tesoura pode apresentar algumas variações quanto ao número de lâminas e ao sentido do corte. Os cabeçotes de discos apresentam um motor hidráulico que aciona um disco de metal constituído de dentes nas suas extremidades.

Em relação as principais variáveis que influenciam no rendimento do *Feller-Buncher*, pode-se citar a declividade do terreno e o volume médio por árvore (VMI). Tais variáveis refletem na produtividade do maquinário e nos custos de produção, evidenciando importância estratégica no planejamento técnico, operacional e econômico da atividade. O aumento da declividade do terreno faz com que as máquinas florestais reduzam a produtividade, principalmente em função da redução do campo de visão do operador e instabilidade da máquina, o que pode aumentar o risco de

tombamentos (LEITE, 2012).

Para a variável VMI, os casos extremos podem comprometer a sustentabilidade econômica do processo de mecanização florestal. Alguns estudos mostram o desempenho do *Feller-Buncher* em função do VMI, com níveis de produtividade variando de  $79,30 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  (VMI=0,18  $\text{m}^3$ ) até  $188,98 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  (VMI 0,62  $\text{m}^3$ ), com custo de produção oscilando de US\$ 1,99  $\text{m}^{-3}$  até US\$ 0,83  $\text{m}^{-3}$ , respectivamente. As variações mostram, portanto, uma redução de mais de 50% nos custos em virtude do aumento da produtividade florestal.

As máquinas de colheita, geralmente importadas, necessitam de mais estudos de avaliação de desempenho nas condições brasileiras, que de forma geral, possui florestas de eucalipto homogêneas, de ciclo curto e cultivado em clima tropical, situação que difere dos centros de construção destas máquinas.

Diante deste cenário, objetivou-se com este trabalho contextualizar a influência do volume por árvore na produtividade e nos custos de produção do *Feller-Buncher*.

## 2 | COLHEITA FLORESTAL

A colheita florestal é uma das etapas da cadeia produtiva da madeira que apresenta grande demanda de recursos financeiros, podendo representar mais de 50% dos custos de um empreendimento florestal (MACHADO et al., 2014). Compreende um conjunto de operações realizadas no maciço florestal que objetiva preparar e extrair a madeira até o local de transporte por meio de técnicas e padrões estabelecidos.

Atualmente, os métodos mecanizados são os mais utilizados pelas grandes empresas florestais. A mecanização tem contribuído para a eficiência do processo de colheita florestal, aumentando a produtividade, reduzindo os custos e acidentes, facilitando ainda o processo de gestão das operações (SPINELLI, 2009).

O corte é a primeira operação da colheita de madeira e tem grande influência na realização das operações subsequentes, de modo que compreende as operações de derrubada, desgalhamento, traçamento, destopamento e empilhamento (SANT'ANNA, 2014; PULKKI, 2006). Entre as principais máquinas utilizadas no corte, o *Harvester* e o *Feller-Buncher* apresentam destaque.

A operação de extração refere-se à movimentação da madeira desde o local de corte até a margem do talhão ou pátio intermediário. De acordo com a máquina utilizada a operação pode ser chamada de baldeio, arraste, encoste ou transporte primário (SEIXAS e CASTRO, 2014). As máquinas mais utilizadas para a realização da extração são o *Forwarder* e *Skidder* (MORAES, 2012).

Por possuir operações de altos custos e uma seqüência de processos interdependentes, a colheita florestal exige um planejamento criterioso, visando à melhoria dos procedimentos, objetivando, sempre, reduzir os custos de produção.

### 3 | ASPECTOS OPERACIONAIS DO *FELLER- BUNCHER*

O *Feller- Buncher* (Figura 1) realiza o corte, acúmulo e a derrubada das árvores, deixando-as no talhão na forma de feixes. Os feixes são depositados em local definido no microplanejamento, objetivando melhorar a etapa subsequente relacionada ao processo de extração.

Os povoamentos conduzidos por talhadia e colhidos de forma mecanizada normalmente são manejados com apenas um broto por cepa visando o melhor desempenho do maquinário na atividade de colheita florestal.



Fonte: Ferreira (2015)

**Figura 1** - *Feller- Buncher* da marca John Deere.

O ciclo operacional do *Feller-Buncher* inicia no momento do “deslocamento vazio” da máquina até as árvores, passando pelas atividades de “corte e acúmulo” e finalizando após o “deslocamento e descarga” do feixe de árvores no solo, variando a quantidade de árvores por ciclo em função do volume médio individual. As atividades envolvidas no ciclo operacional do *Feller-Buncher* encontram-se descritas a seguir:

1. Deslocamento vazio: refere-se ao deslocamento da máquina com o cabeçote vazio.
2. Corte e acúmulo: refere-se à atividade de cortar e acumular, iniciando com o corte da primeira árvore e término após o corte da última árvore do feixe no interior do cabeçote.
3. Deslocamento e descarga: refere-se ao deslocamento carregado com o feixe de árvores até a descarga do cabeçote, inicia-se após o corte e acúmulo e finaliza no momento em que o feixe é descarregado perpendicularmente ao eito de trabalho.

## 4 | ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS

O desempenho dos maquinários é quantificado e otimizado por meio de estudos de tempos e movimentos, objetivando não apenas conhecer os tempos gastos em cada operação, mas também avaliar os possíveis fatores que influenciam a produtividade. Este estudo é indispensável na comparação de diferentes métodos de operação, permitindo ainda estimar equações matemáticas referentes à produtividade dos maquinários em diversas condições operacionais (MORAES, 2012). Existem três métodos básicos para a quantificação do tempo: método de tempo contínuo, individual e multimomento.

No método de tempo contínuo o cronômetro permanece acionado quantificando o tempo durante todo o período do estudo, sendo a leitura realizada ao fim de cada elemento e o tempo obtido por subtração. Já no método de tempo individual o cronômetro é iniciado e parado no fim de cada elemento, obtendo dessa forma o tempo do elemento diretamente. No método multimomento (amostragem do trabalho) o cronômetro é iniciado e a cada intervalo de tempo predeterminado é observado qual operação está sendo realizada naquele momento, então é quantificada a frequência dos elementos que compõe determinado ciclo de trabalho.

No Brasil existem algumas pesquisas relacionadas ao estudo de tempos e movimentos para o *Feller-Buncher*, conforme relatado por Simões et al. (2014); Ferreira (2015) e Santos (2016). Em busca de maior eficiência, as atividades podem ser mensuradas por meio de sensoriamento remoto, a partir de visualizações de gravações de vídeos de câmeras instaladas no interior e exterior das máquinas. A utilização do sensoriamento remoto permite evitar oscilações de produtividade do operador por coação presencial de avaliação de campo, revisar as atividades operacionais e reduzir o tempo e custos na coleta de dados.

O estudo de tempos e movimentos deve estar compatível com o número mínimo de ciclos que possam atender o erro máximo de amostragem admissível, utiliza-se normalmente metodologia de Barnes (1977), conforme Equação 1.

$$n \geq \frac{T^2 CV^2}{E^2} \quad \text{Equação 1.}$$

Em que:

$n$  = número mínimo de ciclos necessários;  $t$  = valor de  $t$ , para o nível de probabilidade desejado e  $(n-1)$  graus de liberdade;  $CV$  = coeficiente de variação (%) e  $E$  = erro de amostragem admissível (5% ).

Conforme os dados abaixo observa-se que o número de ciclos quantificados foi superior ao número necessário, sendo adotado um total de 1.149 coletas, valor muito superior ao estimado pela metodologia de Barnes (1977), onde foi constatada a necessidade de realização de 174 ciclos (Tabela 1).

VMI (m <sup>3</sup> <sub>cc</sub> )	Ciclos necessários	Parcelas	Ciclos quantificados	Árvores por ciclo	Segundos por ciclo	Tempo total (h)	Nº de árvores quantificadas
0,18	43	5	241	5,70	46,12	3,15	1.373
0,34	59	5	348	4,32	38,57	3,74	1.493
0,51	34	5	291	3,15	32,01	2,59	916
0,63	38	5	269	2,65	31,97	2,37	714
Total	174	20	1.149	3,91*	36,94*	11,84	4.506

VMI= Volume médio individual; m<sup>3</sup><sub>cc</sub>= metros cúbicos com casca; (\*) Valores obtidos por meio de média ponderada.

**Tabela 1** - Total da amostragem realizada em função do volume por árvore colhida com o *Feller-Buncher*.

Analisando as condições de produtividades apresentadas acima (VMI 0,18; VMI 0,34; VMI 0,51 e VMI 0,63), o *Feller-Buncher* apresentou tempo médio de 36,94 segundos para completar um ciclo operacional, com média de 3,91 árvores. Tais valores podem mostrar divergência quando comparado a outros estudos, principalmente pelas distintas condições de produtividade das florestas, experiência do operador, turno de trabalho e condições de manejo.

O aumento do VMI proporcionou redução do tempo do ciclo operacional, menor quantidade de árvores por ciclo, contribuindo para o aumento de produtividade da máquina. Para as atividades do ciclo operacional observou-se que o “deslocamento vazio” não mostrou diferenças em relação aos níveis de produtividade florestal, entretanto, para as atividades de “corte e acúmulo” e “deslocamento e descarga” foi observada uma situação inversa, conforme ilustrado na Tabela 2.

Elementos do ciclo operacional do <i>feller-buncher</i>	Produtividade da floresta		
	Baixa	Média	Alta
Deslocamento vazio	5,39 a	4,96 a	3,94 a
Corte e acúmulo	33,55 a	25,33 b	17,92 c
Deslocamento e descarga	7,18 b	8,28 ab	10,12 a

(\*) Médias seguidas de letra diferente na linha são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 2** - Análise estatística do ciclo operacional (segundos) do *Feller-buncher* em função da produtividade da floresta.

As atividades de “corte e acúmulo” apresentaram maiores quantidades de árvores para os menores VMI, impactando maior tempo desta operação quando comparado às florestas mais produtivas (maior VMI). As áreas com maiores volumes resultaram em menor quantidade de árvores no cabeçote da máquina por ciclo, contribuindo para o descarregamento mais frequente dos feixes de árvores.

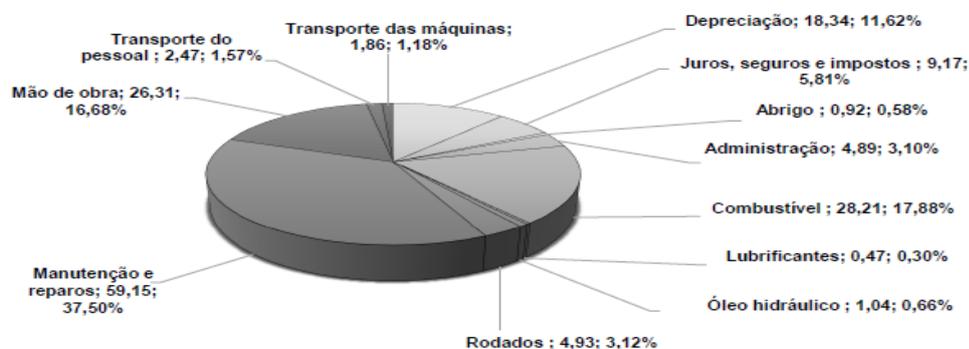
## 5 | ANÁLISE DE CUSTOS PARA O *FELLER-BUNCHER*

Os custos fixos correspondem à soma de todos os fatores físicos de produção,

esses não são influenciados pelo grau de utilização das máquinas, sendo compostos pelos custos de depreciação, juros, seguros, impostos, abrigo e taxas de administração (SILVA et al., 2014). Os custos variáveis são os custos que variam com o grau de utilização da máquina, sendo compostos por combustíveis, lubrificantes e graxas, óleo hidráulico, pneus ou esteiras, reparos e manutenções, mão de obra, transporte do pessoal e maquinário (SILVA et al., 2014). O Custo operacional total consiste no somatório de todos os componentes de custos fixos e variáveis, expresso em US\$ he<sup>-1</sup> ou R\$ he<sup>-1</sup>.

Os componentes de custos operacionais de maior destaque para o *Feller-Buncher* são os custos de manutenção e reparos, custo de combustível, custo de mão de obra e custo de depreciação. Análises destes parâmetros são importantes como forma de nortear as empresas em relação aos componentes de maior impacto econômico, na busca de medidas de ajustes para reduzir os custos de produção. Tais custos podem divergir de empresa para empresa, dada as condições diferenciadas de salário, equipamento empregado, treinamento dos operadores, condições de manejo, dentre outras.

O custo operacional do *Feller-Buncher* pode chegar a US\$ 157,76 por hora efetivamente trabalhada, sendo grande parte composto pelos custos variáveis (figura 2).



**Figura 2** - Componentes de custo operacional do feller-buncher em dólares por hora efetiva trabalhada e porcentagem.

Em aspectos gerais, os custos fixos podem variar de 20,0 a 30,0% dos custos operacionais, enquanto as variáveis encontram-se na faixa de 70,0 e 80,0%. (SIMÕES et al., 2010; LEITE et al., 2013; SIMÕES; FENNER, 2010; LEITE et al., 2014).

O custo de produção do *Feller-Buncher*, assim como as demais máquinas empregadas no processo da colheita florestal, pode ser determinado pela razão entre o custo operacional e a produtividade efetiva da máquina. Percebe-se que o aumento do VMI, até um determinado limite, condiciona para melhoria de produtividade da máquina (tabela 3), com conseqüente redução de seu custo de produção. A tabela 3 apresenta a produtividade efetiva do *Feller-Buncher*, variando em função do Volume Médio por Árvore (VMI), em plantios de eucalipto.

VMI (m <sup>3</sup> <sub>cc</sub> )	Produtividade		Incremento de produtividade
	m <sup>3</sup> he <sup>-1</sup>	árv he <sup>-1</sup>	
0,18	79,30	440,54	-
0,20	88,06	440,29	11,05%
0,22	96,46	438,45	9,54%
0,24	104,50	435,43	8,34%
0,26	112,18	431,48	7,35%
0,28	119,51	426,81	6,53%
0,30	126,47	421,57	5,83%
0,32	133,07	415,86	5,22%
0,34	139,32	409,76	4,69%
0,36	145,20	403,34	4,22%
0,38	150,73	396,65	3,81%
0,40	155,89	389,74	3,43%
0,42	160,70	382,62	3,08%
0,44	165,15	375,33	2,77%
0,46	169,23	367,90	2,47%
0,48	172,96	360,33	2,20%
0,50	176,33	352,66	1,95%
0,52	179,34	344,88	1,71%
0,54	181,98	337,01	1,48%
0,56	184,27	329,06	1,26%
0,58	186,20	321,04	1,05%
0,60	187,77	312,95	0,84%
0,62	188,98	304,81	0,64%

\*m<sup>3</sup><sub>cc</sub>= metros cúbicos com casca

**Tabela 3** - Produtividade e incremento de produtividade do *Feller-Buncher* em função do Volume Médio por Árvore (VMI) em povoamentos de eucalipto.

Considerando o custo operacional do *Feller-Buncher* mencionado anteriormente, US\$ 157,76 por hora efetiva do trabalho, e as produtividades do respectivo maquinário nos VMI mínimo (0,18) e máximo (0,62), conforme tabela 3, observa-se uma diferença no custo de produção na ordem de US\$ 1,16 para cada metro cúbico colhido.

## 6 | FATORES INFLUENTES NA PRODUTIVIDADE

A produtividade pode ser afetada por diversas variáveis que interferem na capacidade operacional dos maquinários, com reflexos no custo final da madeira. No Brasil ainda existem poucos estudos sobre a real influência dessas variáveis nas condições de trabalho dos maquinários (BURLA, 2008). Em se tratando de máquinas florestais, mais especificamente do *Feller-Buncher*, podemos destacar basicamente duas variáveis de grande influência na produtividade, sendo estas o volume por árvore e declividade do terreno (LEITE, 2012).

## 7 | DECLIVIDADE DO TERRENO

O aumento da declividade do terreno faz com que as máquinas florestais reduzam a produtividade, principalmente em função da redução do campo de visão do operador e instabilidade da máquina, o que pode aumentar o risco de tombamentos (LEITE, 2012). O aumento da declividade, ainda que esteja dentro do limite de operação da

máquina, faz com que o operador se torne mais cauteloso, quando da realização de suas atividades, refletindo na queda de rendimento e perda de produção.

## 8 | VOLUME POR ÁRVORE

A produtividade das máquinas de colheita florestal, em especial as que realizam o corte, aumenta com o incremento do volume por árvore, até atingir um determinado valor, correspondente ao limite técnico da máquina (BURLA, 2008). Tal informação mostra-se importante na composição das especificações dos cabeçotes processadores. Pode-se concluir, portanto que os equipamentos têm aumento de produtividade até determinado volume por árvore, e então a produtividade tende a estabilizar ou decrescer, em função do aumento de dificuldade da operação, principalmente nas etapas de abate e processamento (BRAMUCCI; SEIXAS, 2002; SEIXAS; BATISTA, 2014).

## 9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O alto custo operacional do *Feller-Buncher* acaba por exigir um elevado rendimento em todas suas etapas do ciclo operacional. Neste contexto, deve-se atentar para os estudos de tempos e movimentos como forma de se determinar o desempenho da máquina em todos seus processos operacionais, buscando intervir com treinamento, ajustes do maquinário, condições de operação, quando da ocorrência de quaisquer anormalidades, buscando, sobretudo, a sustentabilidade econômica da colheita florestal.

## REFERÊNCIAS

BARNES, R.M. **Estudos de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1977, 635p.

BRAMUCCI, M.; SEIXAS, F. **Determinação e quantificação de fatores de influência sobre a produtividade de harvesters na colheita florestal**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 62, p. 62-74, dez., 2002.

BURLA, E. R. **Avaliação técnica e econômica do “harvester” na colheita do eucalipto**. Viçosa-MG: UFV, 2008, 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

LEITE, E. S. **Modelagem técnica e econômica de um sistema de colheita florestal mecanizada de toras curtas**. Viçosa-MG: UFV, 2012, 109 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

LEITE, E. S.; FERNANDES, H. C.; MINETTE, L. J.; LEITE, H. G.; GUEDES, I. L. **Modelagem técnica e de custos do Harvester no corte de madeira de eucalipto no sistema de toras curtas**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 205-215, jan., 2013.

MACHADO, C. C.; SILVA, E. N.; PEREIRA, R. S.; CASTRO, G. P.; **O setor florestal brasileiro e a colheita florestal**. In: MACHADO, C. Cardoso (Eds.). Colheita florestal. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014, p. 15-45.

MORAES, A. C. **Análise do treinamento de operadores de máquinas de colheita de madeira**. Viçosa-MG: UFV, 2012, 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

PULKKI, R. E. **Glossary of forest harvesting terminology**. 2006. Disponível em: <flash.lakeheadu.ca/~repulkki/REP\_terminology.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.

SANT'ANNA, C. M.; Corte. In: MACHADO, C. Cardoso (Eds.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014, p. 74-105.

SANTOS, D. W. F. D. N. **Avaliação técnica e econômica de um sistema alternativo de colheita florestal de toras curtas**. Viçosa-MG: UFV, 2016, 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.

SEIXAS, F., CASTRO, G. P., Extração. In: MACHADO, C. Cardoso (Eds.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014, p. 106-157.

SEIXAS, F.; BATISTA, J. L. F. **Comparação técnica e econômica entre harvesters de pneus e com máquina base de esteiras**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 185-191, jan./mar., 2014.

SILVA, M. L., MIRANDA, G. M., CORDEIRO, S. A., LEITE, E. S., Custos. In: MACHADO, C. Cardoso (Eds.). **Colheita florestal**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2014, p. 254-287.

SIMÕES, D., FENNER, P. T., ESPERANCINI, M. S. T. **Produtividade e custos do Feller-Buncher e processador florestal em povoamentos de eucalipto de primeiro corte**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 621-630, jul./set. 2014.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T. **Influência do relevo na produtividade e custos do “harvester”**. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 107-114, mar., 2010.

SPINELLI, R.; WARDB, S. M.; OWENDEC, P.M. **A Harvest and transport cost model for Eucalyptus spp. fast-growing short rotation plantations**. Biomass and Bioenergy, v. 33, n. 9, p. 1265-1270, 2009.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**ANDRÉ LUIZ OLIVEIRA DE FRANCISCO** Atualmente é Analista de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) na Área de Solo (ASO) do Polo Regional de Pesquisa de Ponta Grossa e Professor do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). Graduado em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Mestre em Energia Nuclear na Agricultura na área de concentração de Biologia e Meio Ambiente pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP) e Doutorando em Agronomia área de concentração de Uso e Manejo do Solo na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Trabalha com os temas: Qualidade de Sistemas de Produção Agrícola e Ambientais, Microbiologia do Solo, Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-044-5

