

# DENSIDAD ÓPTIMA DE VÍAS FORESTALES PARA LA EXTRACCIÓN DE MADERA DE Eucalyptus CON CLAMBUNK SKIDDER

Mariana Morena Pereira

Ângelo Marcio Pinto Leite, Fidel Cándano Acosta y Hugo Ferney Martínez Patiño.

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).



## INTRODUCCIÓN

La densidad óptima de vías forestales (DOE), es un método que permite optimizar no solo los costos en construcción de vías, así como los costos del aprovechamiento forestal, ya que su objetivo es minimizar el costo total de la vía, optimizando la extracción de madera. Las redes de vías forestales se diferencian en términos técnicos según las condiciones topográfica del área, intentando definir cual será la mejor densidad y espaciamiento entre vías, de acuerdo al sistema de extracción de madera que se usará. En este sentido, las comparaciones entre los métodos disponibles para obtener la densidad óptima de vías forestales (DOE) es de suma importancia en términos de planificación, a fin de escoger la DOE más adecuada con base en las condiciones locales (GHAFFARIAN et al., 2009).

## OBJETIVO

Determinar la densidad óptima de vías en áreas de producción de eucalipto, con extracción de madera realizada por *Clambunk skidder* a través de tres métodos distintos, y comparando el resultado con el valor de DOE existente.

## METODOLOGÍA

**Área de estudio:** La investigación fue desarrollada en áreas de aprovechamiento forestal de *Eucalyptus* sp. con 7 años, pertenecientes a una empresa siderúrgica con sede en el municipio de Dionísio-MG (latitud 19°48' sur e longitud 42°31' oeste). El relieve varía de ondulado a fuertemente ondulado, siendo que el trabajo se desarrolló en dos clases de pendiente, 0 - 15,9° (clase I) y 16 - 25° (clase II). El sistema de aprovechamiento utilizado fue *tree length* (trozas largas), donde los árboles fueran derrumbados con *Feller-buncher* y dispuestas en franjas paralelas a la vía. Posteriormente fueran semiprocesados (desramado y descopado) con motosierra, y luego arrastrados hasta el borde del rodal *Clambunk skidder* John Deere modelo 1710D. El ciclo operacional del *Clambunk skidder* fue subdividido en: *desplazamiento descargado*; *formación de la carga*; *desplazamiento cargado*; y *descarga*.

**Análisis de la densidad óptima de vías:** La densidad óptima de vías fue estimada por intermedio de tres métodos distintos: método directo introducido por la FAO (1976) (método 1); método indirecto propuesto por Pereira Neto (1995) (método 2) y; método indirecto utilizando modelos de previsión de tiempo (GRAFFARIAN e SESSIONS, 2007; BAGHERI et al., 2009; GRAFFARIAN et al., 2009) (método 3).

### Método 1

$$DOE = 50 \sqrt{\frac{C.T.V.q}{R}}$$

En que:

DOE = densidad óptima de vía (m.ha<sup>-1</sup>);

C = costo de extracción en R\$.m<sup>-3</sup>.km<sup>-1</sup>;

T = valor de corrección para extracción, para los casos en que extracción no es hecha en línea recta y perpendicular a la vía y no termina en el punto más próximo al de origen, siendo estimado entre 1,0 e 1,5;

V = factor de corrección para la red de vías, utilizado cuando las vías son tortuosas y no paralelas, con espaciamiento desigual entre ellas, estimado entre 1,0 e 2,0.

q = cantidad de madera extraída en m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>;

R = costo de construcción y manutención de vías (R\$.km<sup>-1</sup>).

### Método 2

$$C_{ext} = \frac{CO \cdot 60}{L} \cdot ae$$

En que:

C<sub>ext</sub> = costo de extracción forestal (R\$.m<sup>-3</sup>);

CO = costo operacional de la máquina (R\$.h<sup>-1</sup>);

ae = actividades efectivas (min);

L = volumen medio extraído por ciclo (m<sup>3</sup>).

$$C_{est} = \frac{CAe}{IMA} \cdot DE$$

En que:

C<sub>est</sub> = costo de las vías (R\$.m<sup>-3</sup>);

CAe = costo anual de vías forestales (R\$.m<sup>-1</sup>);

IMA = incremento medio anual (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>);

DE = densidad de vías (m.ha<sup>-1</sup>).

$$CG = C_{est} + C_{ext}$$

En que:

CG = costo global (R\$.m<sup>-1</sup>)

C<sub>est</sub> = costo de vías forestales (R\$.m<sup>-1</sup>);

C<sub>ext</sub> = costo de extracción forestal (R\$.m<sup>-1</sup>).

### Método 3

En este método se utilizó el procedimiento de regresión para desarrollar una ecuación de previsión del tiempo de arrastre en función de la distancia de extracción utilizando el *software* Statistica 10.0 (STATSOFT INC., 2010). Los modelos fueron evaluados por intermedio de los gráficos de dispersión de residuos, para garantizar que el ajuste generará resultados adecuados.

### Densidad de vías existente

El espaciamiento entre las vías existentes fue medido para estimar su densidad real. Para eso fue utilizado el *software* ESRI ArcGIS 10.2, los datos de uso del suelo y de pendiente del área evaluada en formato vectorial.

## RESULTADOS



Figura 1: Datos medios en porcentaje para el tiempo total del ciclo operacional del *Clambunk skidder*, para dos clases de pendiente.

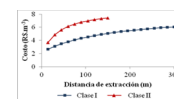


Figura 2: Costo de extracción de madera del *Clambunk skidder* en función de la distancia, para dos clases de pendiente.

	Método 1		Método 2		Método 3	
	I	II	I	II	I	II
DOE (m.ha <sup>-1</sup> )	63,6	109,5	38,2	81,2	45,0	81,3
DME (m)	57,0	73,4	94,8	95,4	80,5	95,3
EOE (m)	157,3	94,7	281,6	123,2	222,0	123,0
Costo específico (R\$.m <sup>-3</sup> )	2,06	3,42	1,22	2,50	1,44	2,60
Costo de extracción (R\$.m <sup>-3</sup> )	2,06	2,65	4,38	6,88	4,69	7,20
Costo global (R\$.m <sup>-1</sup> )	4,12	6,07	5,61	9,48	6,13	9,77

Tabla1: Valores de densidad óptima de vías (DOE), distancia media de extracción (DME), espaciamiento óptimo de vías (EOE), y costos específicos de extracción de vías, para las dos clases de pendiente (I y II) y los tres métodos utilizados (1, 2 y 3).

## CONCLUSIONES

- La extracción forestal por *Clambunk skidder* fue influenciada por la pendiente y por la distancia de extracción, siendo reducida la productividad de la máquina a la medida que estos factores aumentaran. Cuanto menor la productividad de la máquina, mayores fueran los costos de extracción.
- En las condiciones de este estudio, solamente los métodos 2 y 3 se mostraron adecuados para estimar la densidad óptima de vías, siendo el método 3 el más recomendado.
- La densidad actual de vías de la empresa estudiada es superior a la cantidad de vías considerada como ideal, generando un costo de exceso de 0,73 y 1,93 (R\$.m<sup>-3</sup>) para la clase de pendiente I e II, respectivamente.
- El costo de construcción y mantenimiento de las vías afecta la DOE de forma

incremento medio anual, una relación directa. reducción de 20% en el



countries: a manual on p. manual on production and ison of three methods to 1g operations. Journal of e estradas nas áreas de estradas em Engenharia i.

Gestió



Comunicación disponible en:



26-30 Junio 2017 | Plasencia Cáceres, Extremadura

