

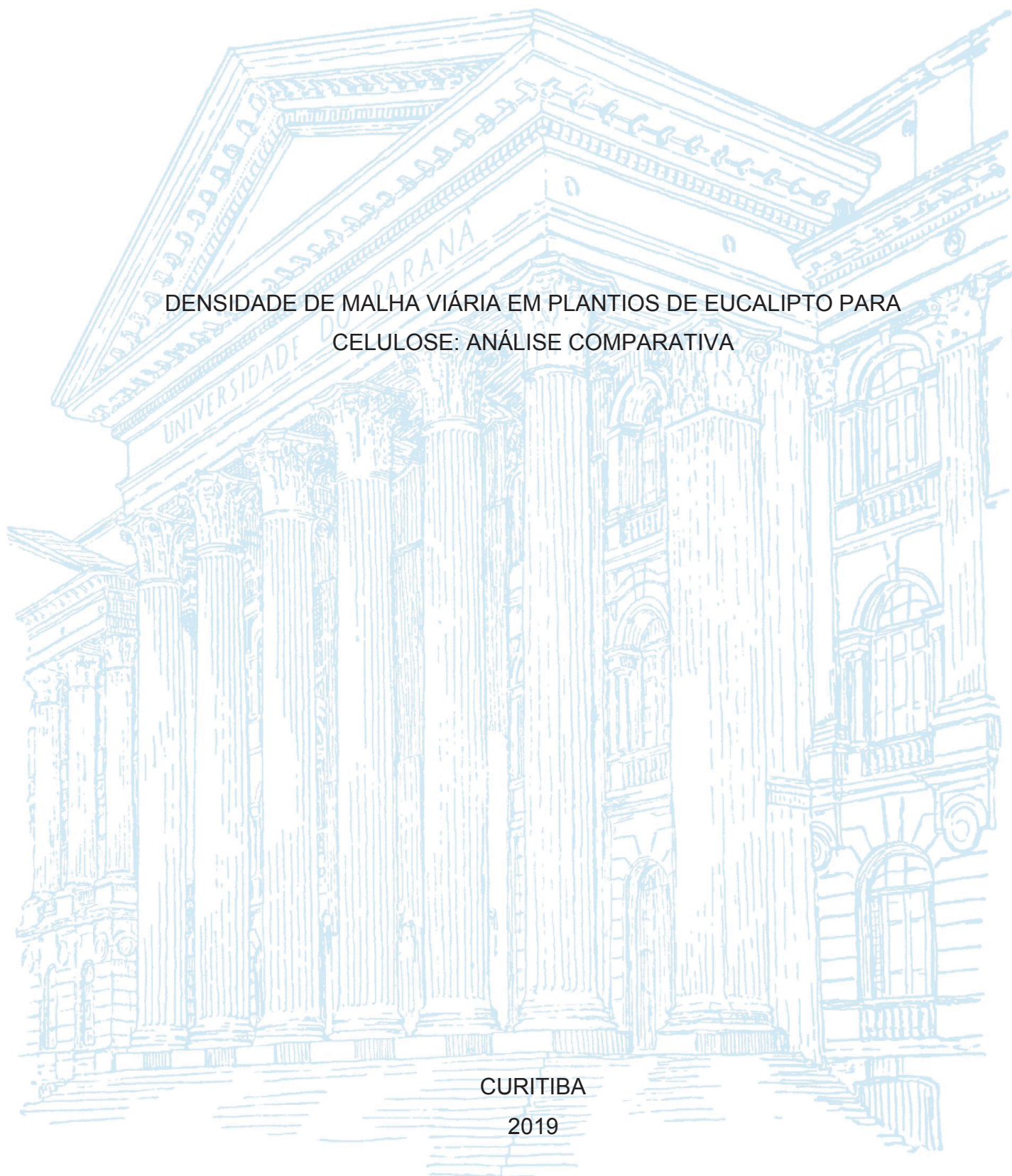
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ANA CLARA CUCO GIOCONDO TEIXEIRA

DENSIDADE DE MALHA VIÁRIA EM PLANTIOS DE EUCALIPTO PARA
CELULOSE: ANÁLISE COMPARATIVA

CURITIBA

2019



ANA CLARA CUCO GIOCONDO TEIXEIRA

DENSIDADE DE MALHA VIÁRIA EM PLANTIOS DE EUCALIPTO PARA
CELULOSE: ANÁLISE COMPARATIVA

TCC apresentado ao curso de Pós-Graduação em
MBA em Gestão Florestal, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como
requisito à obtenção do título de Especialista em
Gestão Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Arce

Coorientador: Ms. Gustavo Silva Oliveira

CURITIBA

2019

Dedico este trabalho à minha família, meus maiores e melhores orientadores na vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por serem o exemplo e inspiração para todas as minhas conquistas.

Ao meu companheiro por ter me incentivado e apoiado na elaboração deste trabalho.

À Suzano Papel e Celulose por possibilitar a realização deste estudo.

Aos meus orientadores: professor doutor Júlio Arce e mestre Gustavo Silva Oliveira pela colaboração e orientação durante o trabalho.

A todos os envolvidos, minha gratidão.

“A persistência é o caminho do êxito.”
(Charles Chaplin)

RESUMO

Em um cenário composto por dois modelos de disposição de malha viária e planejamento da área produtiva, este trabalho tem por objetivo analisar economicamente o modelo que dispõe a propriedade mais eficientemente. A malha viária de plantios florestais é a via de acesso à floresta para todas as operações e atividades que ocorrem no povoamento. Devido a isso, seu planejamento deve ser realizado buscando oferecer o acesso às áreas produtivas e permitir o escoamento da matéria prima eficientemente, otimizando processos, minimizando custos e equilibrando interações sociais e ambientais. A densidade de estradas interfere diretamente nos custos com construção e manutenção de estradas, e, juntamente com o cálculo da densidade ótima de estradas nos possibilita verificar o excesso de estradas existente em uma propriedade. Em relação a densidade de estradas o modelo manobrador apresentou os menores valores em relação ao modelo contorno, no entanto, ambos os modelos estudados apresentaram densidade de estradas acima da densidade ótima de estradas

Palavras-chave: Setor florestal 1. Densidade de estradas 2. Densidade ótima de estradas 3. Excesso de estradas 4. Planejamento da propriedade florestal 5.

ABSTRACT

In a scenario consisting of two models of road network layout and productive area planning, this research has the purpose of economically analyzing which model uses space more efficiently. The forest plantations road network is the access road to all operations and activities that occur in the forest. Due to this, its planning should be realized seeking out offer the access to the productive areas and allow the wood to flow efficiently, optimizing processes, minimizing costs and preserving social and environmental interactions. The road density directly interferes in the construction and maintenance road costs, and, along with the calculation of optimal road density enables to verify the road excess that exists in the property. Regarding road density, the maneuver model presented the lowest values comparing to the contour model, however both models presented road density over the optimum road density.

Keywords: Forestry sector 1. Road density 2. Optimum road density 3. Road excess
4. Forest property planning 5.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 ESTRADAS FLORESTAIS	18
2.2 PLANEJAMENTO DA MALHA VIÁRIA.....	18
2.3 DENSIDADE DE ESTRADAS	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	26
3.1 DENSIDADE DE ESTRADAS	26
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

No início de 2019, ocorreu a fusão entre duas grandes empresas do setor florestal, que possuem diversas unidades espalhadas pelo Brasil. Estas duas companhias possuem fábricas e plantios localizados na região norte do Espírito Santo e sul da Bahia e, devido à proximidade há ocorrência de muitas sinergias.

Por apresentarem o planejamento da área produtiva de maneira distinta, no sul da Bahia e norte do Espírito Santo ocorrem dois modelos diferentes de disposição de áreas de plantio e malha viária.

A malha viária de plantios florestais é a via de acesso à floresta, sendo utilizada para o tráfego de mão-de-obra e maquinário necessário para implantação, proteção, colheita e transporte da madeira (CORRÊA, 2006). Tem como característica baixo volume de tráfego, porém pesado e extrapesado (veículos com capacidade acima de 30 toneladas), sendo em muitos locais temporário (OLIVEIRA,2007).

Devido ao fato da maioria das estradas florestais serem particulares sua qualidade de construção é mais baixa, sendo em sua maioria estradas sem pavimentação (LOPES et al, 2002). A malha viária representa, após a floresta, o maior investimento em um empreendimento florestal, apresentando longo período de depreciação e sendo formada por diferentes custos, variando de acordo com o padrão escolhido (MALINOVSKI, 2004).

A densidade de malha viária deve ser definida durante o planejamento, sendo um parâmetro determinante na formação dos custos do empreendimento florestal. Os custos com construção e manutenção de estradas são proporcionais a densidade de estradas (CORRÊA, 2006).

1.1 JUSTIFICATIVA

A discussão sobre o dimensionamento e a distribuição da malha viária pode vir a contribuir para a elaboração de novas práticas de planejamento de estradas no setor florestal. O aumento de área de efetivo plantio e redução dos custos com construção e manutenção de malha viária sem impactar as operações, pode ser uma questão a ser discutida de maneira mais aprofundada por produtores florestais.

Este estudo surgiu da necessidade de avaliação de qual prática utilizada atualmente na região amostral deste trabalho (norte do ES e sul da BA) é a mais adequada em relação à otimização da área produtiva.

Desta forma, esta pesquisa busca contribuir com o debate e produção de novas discussões sobre a distribuição de unidades produtivas e malha viária de propriedades florestais da região supracitada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar economicamente a densidade de estradas em florestas plantadas de Eucalipto, visando entender em qual dos dois modelos avaliados é possível obter menor densidade de malha viária e conseqüentemente maior área efetiva de plantio.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Compilar dados de densidade de malha viária em unidades produtivas inseridas de forma amostral
- b) Determinar o melhor modelo de distribuição de unidades produtivas e estradas

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTRADAS FLORESTAIS

Estrada florestal tem a função de unir áreas rurais e urbanas (MACHADO, 2013). As estradas de uso florestal são a base para a atividade de extração madeireira (BARBOSA, 2004).

As estradas florestais são necessárias para qualquer atividade no talhão, fundamentais para abertura da área, preparo de solo e transporte dos produtos florestais e são indispensáveis para o planejamento e implantação dos empreendimentos florestais (CAMPOS, 2014). Têm como objetivo possibilitar o manejo florestal e o deslocamento de máquinas, materiais e pessoas (MACHADO, 2013). Este tipo de estrada pode ser caracterizada como de baixo volume de tráfego, temporário e pesado (LOPES et al, 2002).

Grande parte das estradas florestais apresentam traçados que não obedecem a normas para projetos geométricos ou logística, sendo desenhadas apenas para acompanhar a topografia natural do terreno (VIVIANI, 1998).

As áreas florestais geralmente possuem densidades de estradas alta (CARMO et al, 2013). Fato que aliado à manutenção inadequada da malha viária podem gerar grandes impactos ambientais negativos (GONÇALVES, 2002).

2.2 PLANEJAMENTO DA MALHA VIÁRIA

A malha viária de uma propriedade florestal é muito importante, devido a isso, o seu planejamento deve ser realizado buscando oferecer o acesso às áreas produtivas e permitir o escoamento da matéria prima eficientemente, otimizando processos, minimizando custos e preservando interações sociais e ambientais (SOUZA, 2016).

Durante o planejamento do desenho da malha viária, é de grande importância observar parâmetros técnicos, econômicos e ecológicos, pois se não for corretamente elaborado pode acarretar danos à vegetação, erosão, perda de produtividade e perdas econômicas (ROCHA et al, 2007).

O planejamento das estradas da propriedade deve ser realizado buscando possibilitar o acesso às áreas produtivas, permitindo que o escoamento da madeira ocorra de forma otimizada (SOUZA, 2016).

Neste contexto, as etapas de colheita e transporte em um empreendimento florestal chegam a representar até 70% do valor final da madeira (ZAGONEL, 2005).

O sistema de colheita utilizado influencia na densidade de estradas, afinal é o determinante do dimensionamento necessário de malha viária na propriedade. A malha viária do empreendimento florestal, quando otimizada, pode acarretar benefícios econômicos, operacionais e ambientais (ZAGONEL, 2005).

Quando construídas seguindo as práticas de engenharia e projetos, as estradas florestais devem:

- Fornecer acesso com baixo custo, atendendo as necessidades do manejo florestal e beneficiando comunidades;
- Evitar erosão do solo;
- Utilizar a drenagem natural;
- Não alocar a estrada em áreas com importância cultural;
- Reduzir as construções de estradas e pátios
- Assegurar a segurança dos trabalhadores e dos usuários da estrada (DYKSTRA et al, 1996).

A construção exagerada de estradas florestais equivale a perda de áreas de efetivo plantio (MALINOVSKI, 1990). Sendo assim, o planejamento deve compatibilizar a densidade de estradas com a viabilidade econômica dos futuros povoamentos (CAMPOS, 2014).

2.3 DENSIDADE DE ESTRADAS

A densidade de estradas é importante para caracterizar a intensidade da construção de estradas florestais. Pode ser traduzida como a relação entre a área total de estradas e a área total da propriedade (MACHADO, 2013).

Esta característica pode ser estimada por meio da medição de estradas sobre um mapa e a respectiva área de plantio. Este parâmetro pode variar de acordo com a intensidade da atividade florestal, topografia e sistema de colheita utilizado (CAMPOS, 2014). A densidade ótima de estradas geralmente aumenta de acordo com a declividade do terreno (PEREIRA et al, 2010).

Em áreas com declividade, os equipamentos utilizados nas operações têm maior dificuldade de deslocamento, o que reduz a produtividade. Em locais com esta

característica, a densidade de estradas necessita ser maior, a fim de possibilitar que as operações sejam mais seguras e eficientes (SOUZA, 2016).

Neste sentido, o sistema de colheita utilizado e sua estratégia determina se a densidade de estradas será maior ou menor, através das características de cada equipamento, apontando as melhores alternativas econômicas (ZAGONEL, 2005).

Um sistema de colheita que apresenta uma distância de extração menor, possuirá uma maior densidade de estradas, o que acarreta em um aumento dos custos com malha viária (construção e manutenção) (DO CARMO et al, 2013) e, ao mesmo tempo, reduz a área produtiva da propriedade, além de causar maior degradação ambiental (ZAGONEL, 2005).

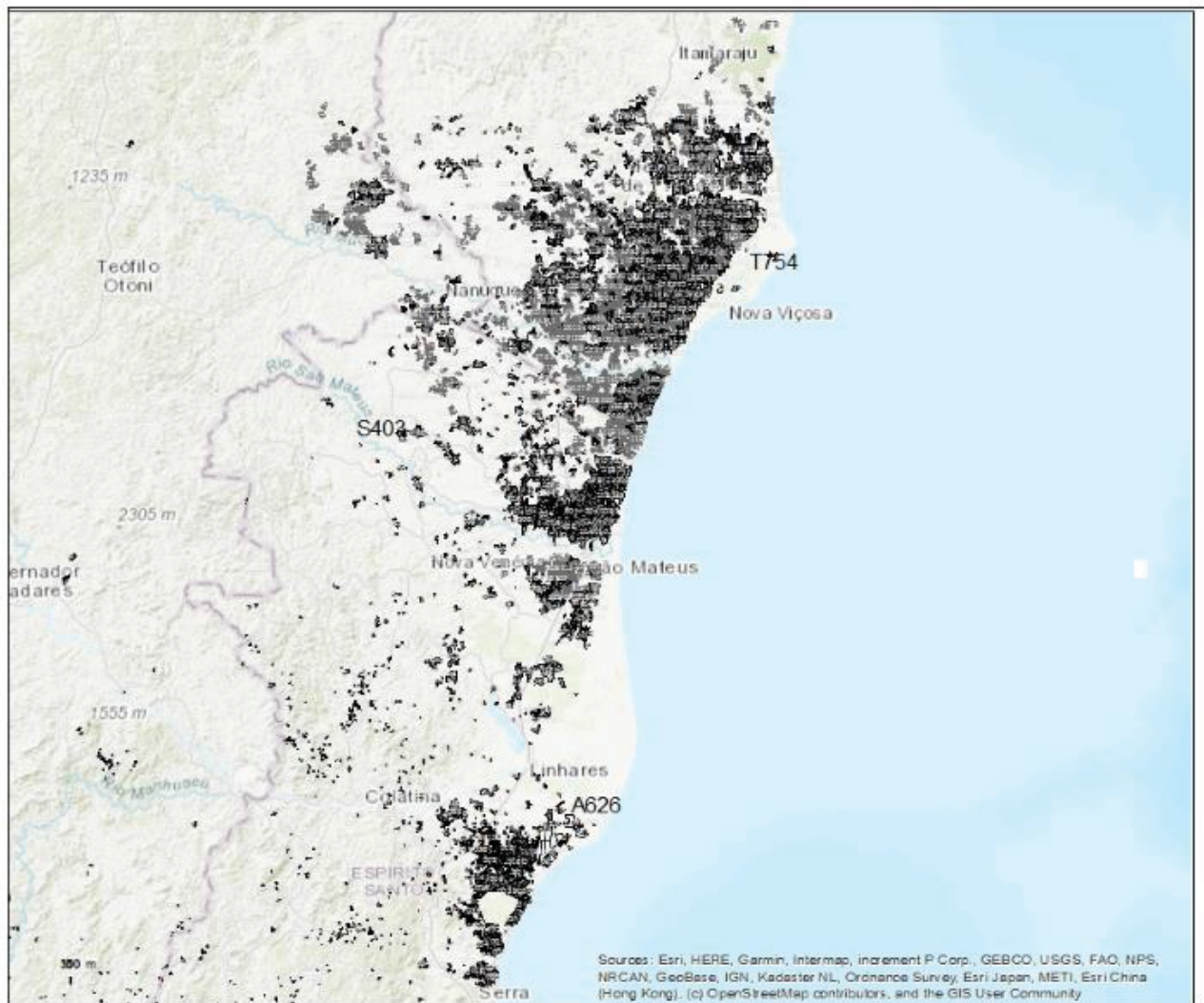
A densidade de estradas é um fator impactante na composição dos custos, afinal, quanto maior a densidade, conseqüentemente, maiores serão os custos de construção e manutenção e menor será a área produtiva (CORREA et al, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Em uma empresa do setor florestal, produtora de Eucalipto para celulose, existem dois modelos de alocação de área de plantio e malha viária, o que ocorre devido a fusão entre duas empresas que elaboravam o planejamento da propriedade de maneira distinta.

A área de estudo contempla áreas do norte do Espírito Santo e sul da Bahia, desde Serra/ES até Prado/BA, havendo algumas áreas em Minas Gerais, próximo à Bahia.

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: O autor (2019).

Foram avaliados dois modelos de planejamento de talhões. Um modelo apresenta divisões baseadas no relevo, talhões menores e não possuem a

possibilidade de serem contornados em todas as ocasiões, necessitando a utilização de áreas de manobra (Figura 1 – modelo manobrador).

FIGURA 2 – Alocação de talhões. Manobreadores destacados em vermelho (Modelo manobrador).



FONTE: O autor (2019).

Outro modelo se baseia em talhões com formato geométrico e disposição de malha viária de maneira que durante o transporte da madeira os caminhões contornem os talhões (Figura 2 – modelo contorno).

FIGURA 3 –Alocação de talhões (Modelo contorno)



FONTE: O autor (2019).

As áreas de efetivo plantio e de estradas das propriedades foram obtidas através da base de dados da empresa, utilizando o software ArcGIS® e dados do cadastro.

Para comparar a área de estradas entre as propriedades foram calculadas a proporção entre área total e área de estradas (equação 1), a densidade de estrada (equação 2), densidade ótima de estradas (equação 3) e excesso de estradas (equação 4).

Para fins de comparação com a densidade de malha viária e cálculo da DOE, foi também verificada e quantificada, de forma amostral, a distância média de extração por propriedade.

A proporção de estradas foi calculada através da divisão entre área de estrada e área de efetivo plantio, a partir das informações obtidas em relação as propriedades.

$$Pr = A / AP \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

Pr = proporção entre área de estradas e área de efetivo plantio

A = área de estrada (ha)

AP = área de efetivo plantio (ha)

A densidade de estradas pode ser calculada com a divisão do comprimento de estrada (em metros) pela área de plantio (em hectares) (Campos, 2014). Para ajustar os dados das propriedades que estavam em hectares à equação de densidade de estradas, os cálculos foram realizados conforme equação 2.

$$DE = Pr * 10.000/LE \quad \text{Equação 2}$$

$$DE = Pr * 10.000/6$$

LE = largura da estrada (m)

Em que:

DE = Densidade de estradas (m/ha)

LE = largura da estrada (neste estudo foi adotado 6 m)

De acordo com Carmo (2013) a densidade ótima de estradas pode ser calculada a partir da divisão do número 3875 pela distância média de extração. Este valor foi obtido, a partir da fórmula original, definida por Malinovski (1990) (equação 3)

$$DME = (2500 * T * V) / DOE \quad \text{Equação 3}$$

Sendo:

T = fator de correção para a extração, para casos em que a extração não é feita em linha reta e perpendicular à estrada e não termina no ponto mais próximo de origem

V = fator de correção para rede de estradas, utilizado quando as estradas são tortuosas e não paralelas, com espaçamento diferente entre as mesmas.

Carmo (2013) utilizou o fator de correção estimado em 1,55 ($V \cdot T$), mesmo valor adotado por Souza (2001). Desta forma, o dividendo da fórmula original torna-se $2500 \cdot 1,55$, obtendo-se o valor de 3875 (equação 4).

$$DME = 3875/DOE$$

$$DOE = 3875/DME$$

Equação 4

Em que:

DOE = Densidade ótima de estradas (m/ha)

DME = Distância média de extração (m)

O excesso de estradas pode ser calculado pela subtração da densidade ótima de estradas no valor obtido de densidade de estradas (Campos, 2014).

$$EE = DE - DOE$$

Equação 5

Em que:

EE = Excesso de estradas (m/ha)

DE = Densidade de estradas (m/ha)

DOE = Densidade ótima de estradas (m/ha)

Após a obtenção de dados e realização dos cálculos de DME, DE e DOE foram comparados os custos de extração para as distâncias médias de arraste e o custo de construção de estradas.

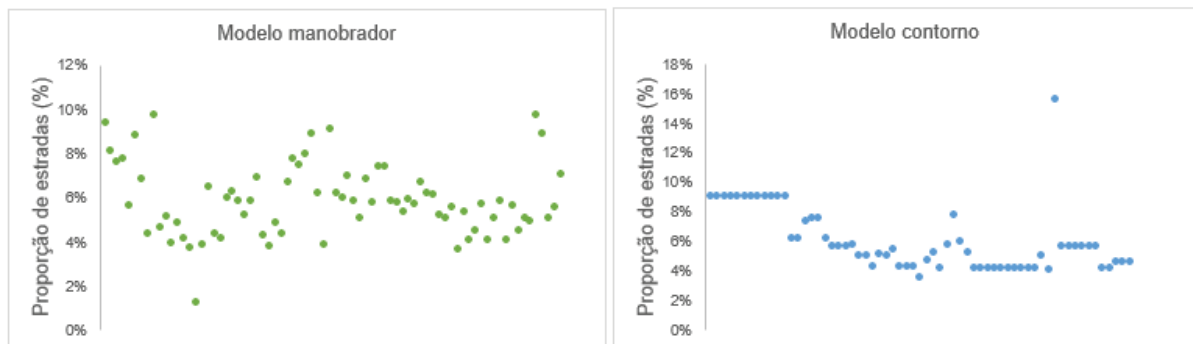
Com base nos valores obtidos de excesso de estradas foi estimado o valor da perda de área produtiva, ou seja, quanto se deixou de ganhar financeiramente com matéria-prima devido ao excesso de estradas existente.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

3.1 DENSIDADE DE ESTRADAS

O gráfico 1, representa a dispersão da proporção de área de estradas em relação a área total, dentro dos projetos estudados.

GRÁFICO 1 – Proporção de estradas

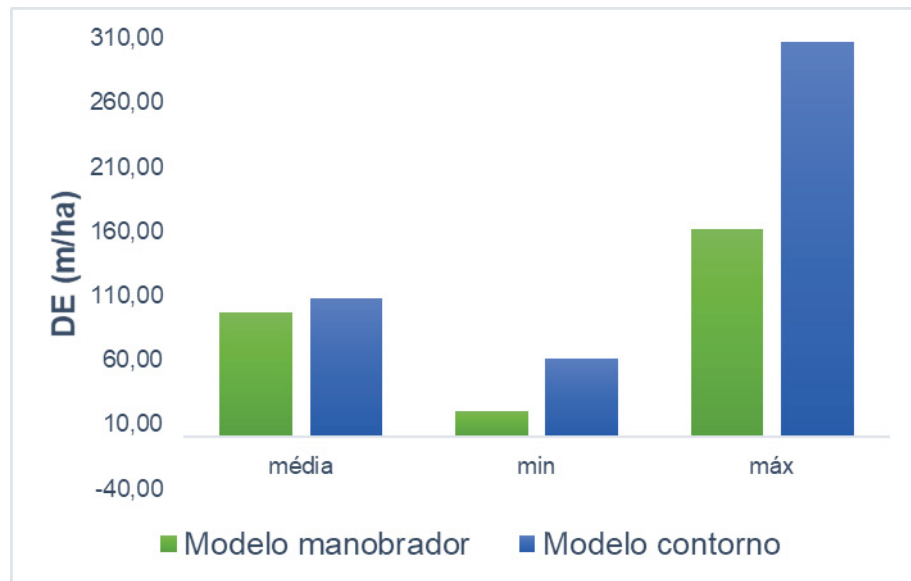


FONTE: O autor (2019)

Os percentuais de estradas das áreas do modelo manobrador são bastante diversificadas, enquanto as do modelo contorno seguem determinados padrões, geralmente entre 2% e 10%. Os maiores valores para a quantidade de estradas se encontram no modelo contorno, havendo amostra acima de 15%, enquanto os menores valores são referentes ao modelo manobrador, havendo amostra abaixo de 2%.

O gráfico 2 representa os valores médios, mínimos e máximos encontrados em relação a densidade de estradas. Nos três parâmetros (média, mínimo e máximo) o modelo manobrador apresenta os menores valores. A maior diferença está nos valores máximos de densidade de estradas obtidos, havendo uma diferença de 48% entre os modelos apresentados.

GRÁFICO 2 – Densidade de estradas nos projetos

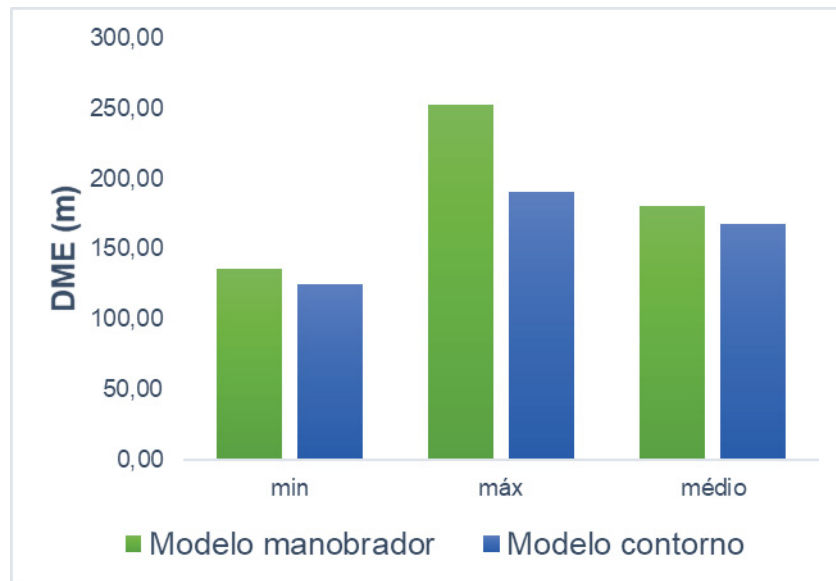


FONTE: O autor (2019)

O modelo manobrador apresenta menores valores para o parâmetro densidade de estradas por utilizar áreas de manobra para o transporte florestal ao invés de se fazer necessário contornar todos os talhões. Esta prática reduz a área de estradas necessária para realizar o transporte florestal nas unidades produtivas.

O gráfico 3, apresenta os valores mínimos, máximos e médios em relação aos valores das médias encontradas para a distância média de extração. Dentro de uma mesma propriedade os valores de distância de extração podem variar desde 30 m até superiores a 300 m, devido a localização das estradas, relevo e alocação de áreas classificadas como outros usos (APP, RL, servidão, etc.).

GRÁFICO 3 – Distância média de extração.



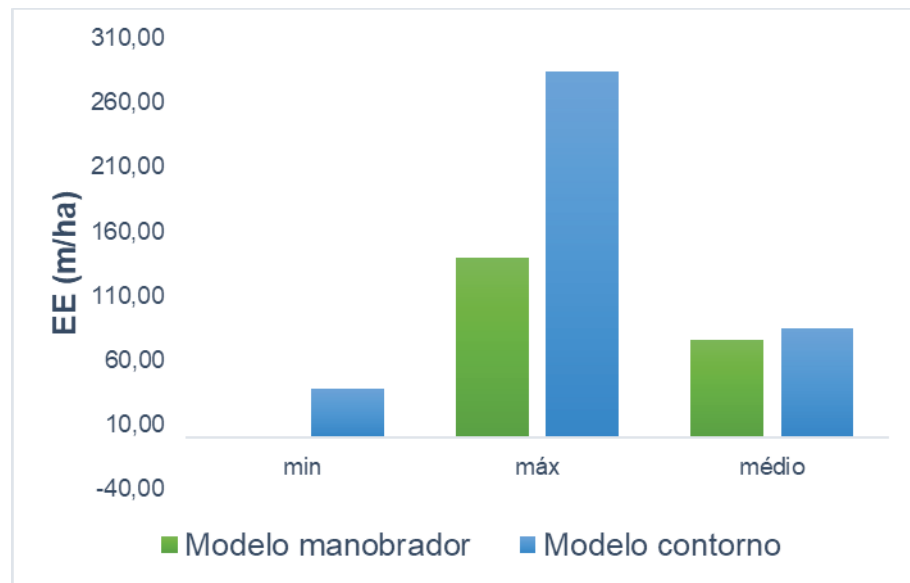
FONTE: O autor (2019)

O modelo manobrador apresenta os maiores valores em relação a este parâmetro, fato que se relaciona a menor densidade de estradas que ocorre neste modelo.

O sistema de colheita utilizado no empreendimento é o CTL (Cut to length), que possibilita deslocamento a grandes distâncias dentro do talhão (MALINOVSKI, 1999). Sendo assim, apesar do modelo manobrador apresentar menor densidade de estradas, a operação de colheita florestal não é prejudicada, pois o valor encontrado para DME (máximo 250 m) não corresponde a uma distância que acarreta em perdas de produtividade.

O gráfico 4 apresenta os valores médio, mínimo e máximo para o parâmetro Excesso de Estradas. Para o modelo manobrador, o valor mínimo está zerado pois foi quantificada amostra em que não havia excesso de estradas. Em relação ao valor máximo encontrado, o modelo contorno apresentou um resultado 51% maior.

GRÁFICO 4 – Excesso de estradas



FONTE: O autor (2019)

Os valores apresentados nos gráficos estão representados na tabela 1, em comparação com a densidade ótima de extração, calculada para ambos os modelos.

TABELA 1 – Valores de DME, DOE, DE e EE para os modelos 1 e 2

Modelo	DME (m)			DOE (m/ha)	DE (m/ha)			EE (m/ha)		
	min	médio	máx		min	média	máx	min	médio	máx
Manobrador	135,50	180,72	252,31	21,44	20,13	97,40	161,28	0,00	75,98	139,84
Contorno	125,07	167,67	190,50	23,11	61,56	107,63	306,68	38,45	84,52	283,57

FONTE: O autor (2019)

Ambos os modelos apresentam valores de densidade de estradas (DE) acima da densidade ótima (DOE). Em comparação com o Excesso de Estradas (EE), fica evidente a possibilidade de melhorias na distribuição da malha viária das propriedades.

A partir dos valores de Excesso de Estradas foi realizado uma estimativa financeira de perda de área produtiva, tendo como base o preço da madeira de mercado para a região de estudo (107,00 R\$/m³). O valor médio encontrado para as amostras estudadas foi 19.335,78 R\$/hectare.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A otimização do espaço e aumento da produção é uma característica constantemente almejada pelas empresas e produtores, pois acarreta maior retorno financeiro.

Após analisar a densidade de estradas pode-se considerar o modelo manobrador como tendo o melhor aproveitamento de distribuição de malha viária entre os dois modelos estudados, pois apresentou menor densidade de estradas e excesso de estradas em relação ao outro modelo.

No entanto, foi averiguado que ambos os modelos apresentam uma densidade de estradas elevada, quando comparados à densidade ótima de estradas, e que ambos podem ser otimizados, visando o aumento de área de efetivo plantio e redução de custos com manutenção de malha viária.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, S. T. **Evolução do sistema de transporte florestal na região de Telêmaco Borba**. Telêmaco Borba: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2004.
- BRAZ, E. M.; BASSO, R. O.; CURTO, R. A.; MATTOS, P. P.; SILVA, J. P. **Densidade ótima de estradas para a exploração em Plano de manejo Florestal**. Ribeirão Preto: 18º Seminário de Colheita e transporte de madeira. 2018.
- CAMPOS, R. F. **Avaliação da densidade de estradas em propriedades rurais no sul do ES**. Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo. 2014.
- CARMO, F. C. A.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. L.; PENA, D. P.; BROETTO, H. M.; NEIRE, E.S. **Análise da densidade ótima de estradas florestais em propriedades rurais**. In: Cerne, vol. 19, núm. 3, 2013, pp. 451-459. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2013.
- CORREA, C. M. C. **Perdas de solo e qualidade da água proveniente de estradas de uso florestal no Planalto Catarinense**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. p. 156.
- CORRÊA, C.M.C.; MALINOVSKI, J.R.; ROLOFF, G. **Bases para o planejamento de rede viária em reflorestamento no Sul do Brasil**. In: Floresta, v.36, n.2, p.277-286. Curitiba, 2006.
- DYKSTRA, D.; HEINRICH, R. **Código Modelo de Práticas de Aprovechamiento Forestal de la FAO**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1996. p. 85.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2002.
- HOSOKAWA, R. T.; MENDES, J. B. **Planejamento florestal: técnicas para a manutenção da contribuição do setor florestal à economia nacional**. In: Revista Floresta, Curitiba, v. 15, n. 1/2, p. 4-7, 1984.
- LOPES, E. da S.; MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P. **Classificação e custos de estradas em florestas plantadas na região sudeste do Brasil**. In: Árvore, v.26, n.3, p.329-338. Viçosa, 2002.
- MACHADO, C. C. **Construção e conservação de estradas rurais e florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2013. p. 441
- MALINOVSKI, J. R. et al. **Código de prática para estradas florestais**. Otacílio Costa: Malha Viária Logística de Estradas, 2004.
- MALINOVSKI, J. R.; PERDONCINI, W. **Estradas de uso florestal**. Colégio Florestal de Irati - GTZ, Irati, 1990. p.100
- MALINOVSKI, R. A. **Programa computacional de simulação para análises de sistemas de colheita de madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1999.

MARCELINO, F. A. **Avaliação dos sistemas de redes viárias florestais em função dos custos e do risco de erosão**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2007.

NUNES, T.V.L. **Método de previsão de defeitos em estradas vicinais de terra com base no uso das redes neurais artificiais: trecho de Aquiraz-CE**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2003.

Oliveira, R. J., Machado, C. C., Carvalho, C. A. B., Lima, D. C. **Metodologias de previsão de defeitos em estradas florestais e levantamento da malha florestal**. Anais do VIII Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal, p. 393-409. 2007.

PEREIRA, D.P.; GUIMARÃES, P.P.; FIEDLER, N.C.; CARMO, F.C.A.; MARIN, H.B.; BARBOSA, R.P. **Análise da densidade ótima de estradas em povoamento florestal no sul do estado do Espírito Santo**. Jerônimo Monteiro: 1º Simpósio em Ciências Florestais Florestas Tropicais: Produção de Bens e Serviços. Universidade Federal do Espírito Santo. 2010

ROCHA, E. S. et al. **Avaliação da densidade ótima de estradas florestais em dois sistemas de exploração florestal no estado do Pará**. In: Revista de Ciências Agrárias, v. 47, p. 49-58, 2007.

SOUZA, D. O. **Avaliação dos diferentes níveis de mecanização na atividade de colheita de madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/PIBIC/CNPq, 2001.

SOUZA, F. L. **Densidade de estradas em povoamentos de *Pinus taeda* L. em regime de desbastes e corte raso**. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina. 2016.

VIVIANI, E. **Utilização de um Sistema de informação geográfica como auxílio à gerência de Manutenção de Estradas Rurais não-pavimentadas**. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998.

ZAGONEL, R. **Análise da densidade ótima de estradas de uso florestal em relevo plano de áreas com produção de *Pinus taeda***. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005.