O TRANSPORTE RODOVIÁRIO FLORESTAL

Pompeu Paes Guimarães¹, Julio Eduardo Arce², Nilton César Fiedler³, Renato Cesar Gonçalves Robert²

¹Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil -e-mail: pompeu.guimaraes@ufersa.edu.br

²Professor da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

³Professor da Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil

Recebido em: 03/10/2016 – Aprovado em: 21/11/2016 – Publicado em: 05/12/2016

DOI: 10.18677/EnciBio_2016B_073

RESUMO

O principal meio de transporte utilizado para o escoamento da produção florestal é o modal rodoviário. Desta forma, este artigo objetiva apresentar o estado da arte relativo ao transporte rodoviário florestal abrangendo legislação pertinente – as normas de trânsito para o transporte florestal estão descritas no Código de Nacional de Trânsito, os veículos podem transitar sem a necessidade de Autorização Especial de Trânsito (AET) transportando até 45 t, se, por acaso for de 57 a 74 t, somente transita com AET; considerações sobre os veículos de transporte – normalmente veículos pesados e extra-pesados possuem diferentes combinações veiculares de carga (CVC), que representam menores custos por unidade de carga por transportarem maior quantidade de carga; rede viária florestal – grande parte da malha viária brasileira ainda precisa de melhor pavimentação quando comparado a outros países, sendo as estradas utilizadas além do transporte propriamente dito, como também forma de acesso e proteção florestal.

PALAVRAS-CHAVE: Estradas florestais, Gestão do abastecimento florestal, operações florestais.

FOREST ROAD TRANSPORTATION

ABSTRACT

The main means of transport to flow the forest products is the road transport. this paper aims to present the state of the art for the forestry road transport covering relevant legislation - traffic regulations for forest transport are described in the National Traffic Code, such vehicles can move without the need for special authorization Transit (AET) carrying up to 45 t, if by chance is 57-74 t, only transits with AET; considerations on transport vehicles - usually extra-heavy and heavy vehicles have different vehicular load combination (CVC), representing lower costs per unit load by carrying greater amount of load; forest road - much of the Brazilian road still needs better paving when compared to other countries, and the roads used in addition to the transportation itself, as well as access and forest protection.

KEYWORDS: forest roads, Management of forest supply; forestry operation

INTRODUÇÃO

O transporte contribui para o crescimento e sustentabilidade socioeconômica por movimentar cargas entre diferentes locais, reduz as distâncias e permite o intercâmbio de bens e serviços para as comunidades e desenvolvimento do país (MACHADO et al., 2009). Nos últimos anos, o Brasil tem tido dificuldades para a distribuição de sua produção, o crescimento do país enfrenta baixo investimento em obras de infra estrutura em transporte, sendo o modal rodoviário o privilegiado pelas políticas públicas, em decorrência da ausência de análises mais apuradas de custo em um longo horizonte de planejamento (ELLER et al., 2011).

O meio rodoviário tem como vantagens sua mobilidade, flexibilidade e capacidade de deslocamento porta-a-porta, tendo o obstáculo de que os veículos se habituem às condições adversas como, precipitação em excesso em determinado período do ano e variabilidade na qualidade das estradas (SEIXAS, 1992). O principal meio de transporte usado no Brasil é o rodoviário, pela mobilidade, flexibilidade e capacidade de permitir o transporte porta a porta, com o empecilho de necessitar de que o veículo se adapte às condições adversas de transporte, excesso de chuvas em determinadas épocas do ano e variabilidade de estradas (SEIXAS, 1992).

O lado negativo da utilização do transporte rodoviário são os altos custos operacionais comparados aos modais fluviais e ferroviários, afeta o nível de serviço das estradas, principalmente nas épocas de safra, com veículos em comboio, grandes congestionamentos, e o transporte principal da baixa capacidade de carga por viagem (MACHADO et al., 2009). Este artigo objetiva apresentar o estado da arte relativo ao transporte rodoviário florestal brasileiro relacionados a legislação, considerações sobre os veículos e rede viária.

O TRANSPORTE RODOVIÁRIO FLORESTAL

A movimentação de madeira e seus derivados dos povoamentos florestais até o mercado consumidor correspondem ao transporte rodoviário florestal, sendo influenciada pelo tipo de veículo utilizado, distância entre os povoamentos florestais e locais de destino final da madeira, do preço cobrado pela unidade de madeira transportada, da qualidade da rede viária florestal, do período de espera nas atividades de carregamento e descarregamento e equipamentos utilizados nesta atividade, da carga líquida que o veículo pode transportar (MACHADO et al., 2009).

A gestão do abastecimento florestal corresponde a todas as operações necessários para o suprimento de madeira de acordo com a demanda da indústria, envolvendo as etapas de colheita e transporte florestal em um sistema otimizado até o local final da madeira, evitando pontos de estrangulamento e com recursos limitados de custo aceitáveis (SEIXAS, 1992). A maior capacidade de carga dos veículos é limitada pela baixa qualidade das estradas, com aclives e declives pronunciados e pelo padrão da superfície de pista de rolamento (FIEDLER, 2012).

Outro problema enfrentado pelo transporte florestal são as condições atribuídas ao local de inserção aos povoamentos florestais, obrigando os veículos a transitarem em vias asfaltadas e de terra, bem como em determinadas épocas do ano em que a precipitação é mais constante. Neste caso, são necessárias formas de estoques estratégicos como pátios de transbordo e instalação de pátios intermediários (SEIXAS, 1992).

O grupo de sortimento das toras extraídas é que irão nortear escolha dos veículos de transporte e de carregamento e descarregamento, bem como as dimensões e massa específica da madeira, classificando o transporte em madeira curta, em bloco, longa, árvore inteira, completa, fragmento de madeira e madeira serrada (MACHADO et al., 2009).

LEGISLAÇÃO DO TRANSPORTE RODOVIÁRIO FLORESTAL

As normas de trânsito brasileiras são descritas na Lei nº 9.503, que instituiu o Código Nacional de Trânsito. A velocidade permitida para tráfego de veículos de carga em vias rurais, tanto para rodovias como estradas, é indicada neste código: se não houver sinalização regulamentadora, a máxima velocidade será de 80 km h⁻¹ em rodovias rurais e 60 km h⁻¹ em estradas rurais. Sendo a velocidade mínima não inferior à metade da velocidade máxima determinada (BRASIL, 1997).

Como no transporte rodoviário utilizam-se veículos pesados e extrapesados é preciso seguir as limitações de dimensões e pesos dos veículos e Autorização Especial de Trânsito (AET) (MACHADO et al., 2009). No Código Nacional de Trânsito é especificado um conjunto de artigos que influenciam nas limitações das dimensões dos veículos de transporte de carga, no número de unidades e pesos dos veículos de carga e passageiros em estradas brasileiras (BRASIL, 1997).

Quando o veículo possui Peso Bruto Total Combinado (PBTC) superior a 57,0 t e até 74,0 t é necessária a AET para trânsito, sendo válido por um ano para os percursos e horários descritos aprovados e fornecidos por vistoria da Combinação de Veículos de Carga (CVC) (BRASIL, 2006). Além da limitação por PBTC ainda é verificado o peso por eixo do veículo (TABELA 1), com tolerância de 7,5% de excesso de peso por eixo, especificados pela Resolução nº 12/98 (BRASIL, 1998).

TABELA 1: Peso máximo por eixo do veículo.

Tipo de eixo	Número de pneus	Peso tolerado (t)	Peso tolerado +7,5% (t)
1. Eixo isolado	2	6,0	6,45
2. Eixo isolado	4	10,0	10,75
3. Conjunto de 2 eixos direcionais	2	12,0	12,90
4. Conjunto de 2 eixos direcionais em tandem	4	17,0	18,28
5. Conjunto de 2 eixos direcionais não em tandem	4	15,0	16,13
6. Conjunto de 3 eixos direcionais em tandem	4	25,5	27,42

Fonte: BRASIL (1998).

Para os veículos em trânsito com excesso de carga ou acima da capacidade máxima de tração por eixo (acima dos 7,5% tolerados) só poderão prosseguir viagem descarregamento do excedente até o limite legal por eixo e Peso Bruto Total (PBT) (BRASIL, 1997). A CVC não poderá possuir PBTC superior a 74 t e o comprimento não poderá ultrapassar 30 m. O trânsito de Combinações de Veículos de que trata esta Resolução deverá acontecer do amanhecer ao pôr do sol com velocidade máxima de 80 km h⁻¹ (BRASIL, 2006).

Os requisitos de segurança para o transporte em vias públicas são fixados na Resolução 246. Para o transporte de toras dispostas verticalmente, deve-se utilizar: painéis dianteiro e traseiro na carroçaria do veículo, com toras acima de oito

metros de comprimento; escoras laterais metálicas, perpendiculares ao plano do assoalho da carroçaria do veículo (fueiros), sendo necessárias no mínimo duas escoras de cada lado e cabo de aço ou cintas de poliéster, com capacidade mínima de ruptura à tração de 3.000 kgf tensionadas por sistema pneumático auto-ajustável ou catracas fixadas na carroçaria do veículo (BRASIL, 2013).

Será assegurado ao motorista profissional intervalo mínimo de uma hora para refeição, além de intervalo de repouso diário de 11 h a cada 24 h de trabalho e descanso semanal de 35 h. As horas relativas ao período do tempo de espera serão indenizadas com base no salário-hora normal acrescido de 30%, segundo a Lei Nº 12.619 (BRASIL, 2012).

GUIMARÃES et al. (2013) analisaram o perfil dos motoristas de veículos pesados e extra-pesados do transporte rodoviário florestal, na opinião dos mesmos os turnos de trabalho que exerciam eram diferentes dos turnos de preferência, sendo assim, gostariam de alterar seus horários de trabalho e ainda grande parte disseram que faziam horas extras constantemente.

É proibida a remuneração do motorista em função da distância percorrida, do tempo de viagem e/ou da natureza e quantidade de produtos transportados, inclusive mediante oferta de comissão ou qualquer outro tipo de vantagem, se essa remuneração ou comissionamento comprometer a segurança rodoviária ou da coletividade ou ensejar violação das normas da presente legislação, Lei Nº 12.619 (BRASIL, 2012).

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS VEÍCULOS DE TRANSPORTE

Classificação dos veículos

Para SILVA et al. (2007), os estudos de transporte rodoviário florestal devem ser conduzidos para identificar o tipo de veículo mais indicado para se transportar madeira de determinada região ou empresa. Outro fator a se analisar é a distância máxima viável de transporte, os altos custos com transporte pode inviabilizar todo projeto com maior distância com o destino final da madeira. A classificação dos veículos de carga foi proposta por MACHADO et al., (2009) de acordo com a carga líquida transportada e o rendimento energético (Tabela 2).

TABELA 2: Classificação dos veículos de carga.

Veículos	Carga líquida transportada (t)	Rendimento energético (t km l ⁻¹)
1. Leve	Até 10	15
2. Médio	10 - 20	27
3. Semi-pesado	20 - 30	35
4. Pesado	30 - 40	52
5. Extra-pesado	Acima de 40	60

Fonte: MACHADO et al. (2009)

Pela Resolução nº12/98 (BRASIL,1998) os veículos são caracterizados em relação ao transporte rodoviário de cargas, indica-se o PBT ou PBTC e a necessidade de AET para cada tipo de Combinação Veicular de Carga, quando os veículos possuíram mais de 45 t transportadas (Figura 3 e 4).

1. Caminhão simples

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(PBT 16 t)

2. Caminhão trucado

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem
Duplo - 17 t
(PBT 23 t)

3. Veículo trator + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(E₃) E. Duplo - 10 t
(PBTC 26 t)

4. Caminhão simples

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃ E₄) Conj. E.
Tandem Triplo - 25,5 t
(PBT 31,5 t)

5. Caminhão duplo direcional trucado

(E₁ E₂) Conj. Dois E.
Direcionais - 12 t
(E₃ E₄) Conj. E. Tandem
Duplo - 17 t
(PBT 29 t)

6. Veículo trator + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(E₃ E₄) Conj. E. Tandem
Duplo - 17 t
(PBTC 33 t)

7. Veículo trator + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃ E₄) E. Simples com
rodados duplos isolados -
10 t
(PBTC 36 t)

8. Veículo trator trucado + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem
duplo - 17 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(PBTC 33 t)

9. Caminhão + Reboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(E₃) E. Duplo - 10 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(PBTC 36 t)

10. Veículo trator + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(E₃ E₄ E₅) = Conj. E.
Tandem triplo - 25,5 t
(PBTC 41,5 t)

11. Veículo trator trucado + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem
Duplo - 17 t
(E₄ E₅) Conj. E. Tandem
Duplo - 17 t
(PBTC 40 t)

12. Veículo trator + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(E₃) E. Duplo - 10 t
(E₄ E₅) Conj. E. Tandem
Duplo - 17 t
(PBTC 43 t)

13. Veículo trator trucado + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(E₅) E. Duplo - 10 t
(PBTC 43 t)

14. Caminhão + reboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂) E. Duplo - 10 t
(E₃) E. Duplo - 10 t
(E₄ E₅) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(PBTC 43 t)

15. Caminhão trucado + Reboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(E₅) E. Duplo - 10 t
(PBTC 43 t)

FIGURA 1: Diferentes modelos de veículos utilizados no transporte rodoviário que não necessitam de AET.

Onde: E = Eixo; Conj. = Conjunto.

Fonte: BRASIL (1998).

1. Veículo trator + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃ E₄ E₅) E. Simples com rodados duplos isolados - 10 t
(PBTC 46 t)

2. Veículo trator trucado + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₄ E₅ E₆) Conj. E. Tandem Triplo - 25,5 t
(PBTC 48,5 t)

3. Veículo trator trucado + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem Duplo - 7 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(E₅) E. Duplo - 10 t
(E₆) E. Duplo - 10 t
(PBTC 53 t)

4. Veículo trator trucado + Semirreboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(E₅ E₆) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(PBTC 50 t)

5. Bitrem articulado – Caminhão trator trucado + dois Semirreboques

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) = Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₄ E₅) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₆ E₇) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(PBTC 57 t)

6. Biminhão – Caminhão trucado + Reboque

(E₁) E. Simples - 6 t
(E₂ E₃) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(E₄) E. Duplo - 10 t
(E₄ E₅) Conj. E. Tandem Duplo - 17 t
(PBTC 50 t)

7. Romeu e Julieta –

8. Romeu e Julieta –

9. Treminhão - Caminhão

FIGURA 2: Diferentes modelos de veículos utilizados no transporte rodoviário que necessitam de AET.

Fonte: BRASIL (1998).

Utilizando o indicador econômico de Valor Presente Líquido (VPL), SILVA et al. (2007) estabeleceram a distância máxima de transporte para os veículos do transporte rodoviário florestal. Assim o Rodotrem e o Caminhão poderiam percorrer, respectivamente, 226 km e 155 km, sem que houvesse prejuízos econômicos.

Nos estudos de SAVI et al. (2012), utilizando técnicas de análise de investimentos, independente do tipo de veículo utilizado, simples, articulado ou combinado houve prejuízos econômicos no transporte rodoviário florestal devido aos custos serem superiores às receitas.

Consumo de combustível

O aumento nos preços dos combustíveis leva a adoção de medidas de planejamento e controle do consumo em atividades que demandam elevado consumo, como o transporte de madeira, e naqueles fatores que permitam maior eficiência nos transportes (SILVEIRA et al., 2004). As superfícies da pista de rolamento fora do padrão aumentam os custos operacionais do transporte por onerarem os custos com manutenção dos veículos, mais consumo de pneus e combustível, bem como elevação dos tempos dos ciclos de transporte (CNT, 2013a).

Os trabalhos que lidam com o consumo de combustível dos veículos do transporte rodoviário florestal se referem a estimar o consumo médio e preço dos combustíveis momentâneos, como nos trabalhos de ALVES et al. (2013). GUIMARAES et al. (2016) modelaram o consumo de combustível utilizando a carreta como veículo para transporte de *Pinus taeda* com 15 anos de idade e produtividade de 40 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, sendo ajustado as seguintes equações para viagem carregado, viagem vazio e ciclo total (Tabela 3).

TABELA 3: Equações ajustadas para o transporte rodoviário florestal com a utilização da carreta para (a) a viagem carregado, (b) a viagem vazio e (c) o ciclo total.

(a)	$\beta_0 = -31,8856$
$C = \beta_0 + \beta_1 * Q^{-1} + \beta_2 * Q^2 + \beta_3 * M^2$	$\beta_1 = 1,65 * 10^3$
$R^2_{aj(\%)} = 90,38$	$\beta_2 = 1,01 * 10^{-2}$
$S_{yx(\%)} = 4,64$	$\beta_3 = 7,01 * 10^{-9}$
b)	$\beta_0 = -6,4854$
$C = \beta_0 + \beta_1 * Q + \beta_2 * V^{-1}$	$\beta_1 = 0,5626$
$R^2_{aj(\%)} = 91,96$	$\beta_2 = 1,97 * 10^{-2}$
$S_{yx(\%)} = 9,53$	
c)	$\beta_0 = 54,8072$
$C = \beta_0 + \beta_1 * D^{-1} + \beta_2 * Q^2 + \beta_3 * Q * M + \beta_4 * V^{-1}$	$\beta_1 = -2,47 * 10^{-3}$
$R^2_{aj(\%)} = 92,10$	$\beta_2 = 1,17 * 10^{-3}$
$S_{yx(\%)} = 4,58$	$\beta_3 = 5,57 * 10^{-6}$
	$\beta_4 = 90,7373$

Onde: C o Consumo estimado (l); Q a Distância percorrida (km); V a Velocidade média (km h⁻¹); M a Carga líquida (kg); D a Duração (min); $R^2_{aj(\%)}$ o Coeficiente de determinação ajustado; e $S_{yx(\%)}$ o Erro padrão da estimativa em porcentagem.

Fonte: GUIMARAES et al. (2016).

A variação do consumo de combustível dos veículos do transporte rodoviário florestal foram avaliados por SILVEIRA et al. (2004), HOLZLEITNER & KANZIAN (2011); e KLVAC et al. (2013).

- O maior desperdício de combustível foi causado pela maior utilização da marcha lenta, seguida pelo ponto neutro e do excesso de rotação do transporte rodoviário florestal (SILVEIRA et al., 2004).
- Para o transporte de madeira no sul da Áustria utilizando a carreta como veículo de transporte para toras de serraria verificaram-se que percorrer uma

distância de 51 km (14,2% de estradas não pavimentadas), com uma velocidade média de 13,5 km h⁻¹ resultou em um consumo de 0,77 l km⁻¹ de combustível (HOLZLEITNER & KANZIAN, 2011).

- Para o transporte de madeira na República Tcheca encontraram-se os seguintes consumos de combustível 66,7, 72,3 e 58,3 l 100 km⁻¹, respectivamente para as marcas de caminhões Iveco, Tatra e Mercedes Benz (KLVAC et al., 2013)

Os custos do transporte rodoviário florestal foram estimados e inseridos nos custos variáveis de produção, para compor o custo total de transporte, juntamente com os custos fixos operacionais, como nos estudos de CARMO et al. (2011), COELHO & COELHO (2012), ALVES et al. (2013).

- Os custos do frete rodoviário foram estimados levando em consideração um coeficiente técnico de R\$ 13,3 m⁻³ transportado no Espírito Santo, assim custariam R\$ 1722 ha⁻¹ para produzir 140 m³ ha⁻¹ de madeira de eucalipto, e para uma despesa de R\$ 3075,00 há⁻¹ para produzir 250 m³ ha⁻¹ (CARMO et al., 2011).
- Para o transporte rodoviário de *Pinus elliotii* submetidos a desbastes em pequenas propriedades a partir do oitavo ano foi necessário um frete de R\$ 0,26 m³ km⁻¹ para o Estado do Paraná (COELHO & COELHO, 2012).
- Na região do Vale do Rio Doce (MG) utilizando o tritem para o transporte de eucalipto o custo do frete foi de R\$ 6,025 km⁻¹, para um percurso de 270 km e a capacidade teórica por viagem de 46,5 t, equivaleu a R\$ 34,98 t⁻¹ ou R\$ 28,68 m⁻³ (ALVES et al., 2013).

Viagem vazio e carregado

O transporte rodoviário florestal se torna caro pelas características específicas da carga florestal e exclusividade de frete que impossibilita ao veículo promover mais de um sentido de fluxo carregado, tornando os custos por unidade transportada elevados (MACHADO et al., 2009).

Os estudos de tempos e movimentados são empregados no transporte rodoviário florestal para caracterizar as subatividades e conhecer a porcentagem de tempo que cada uma ocupa no ciclo total, como analisados por LACOWICZ et al., 2002; NURMINEN & HEINONEN, 2007; HOLZLEITNER & KANZIAN, 2011; e ALVES et al., 2013.

- Para minimizar os custos de transporte no Planalto Norte catarinense as porcentagens de tempo do ciclo de transporte foi de 34,1% de viagem carregado e 25,7% de viagem vazio (LACOWICZ et al., 2002).
- Para o transporte de madeira na Finlândia um período de 33% para viagem carregado e 19% para viagem vazio, metade do ciclo operacional total (NURMINEN & HEINONEN, 2007).
- Com a utilização de um computador de bordo foi contabilizado 30% para viagem carregado e 30% para viagem vazio (HOLZLEITNER & KANZIAN, 2011).
- Para a região de Nova Era (MG) a viagem carregado correspondeu a 47,9% e a viagem vazio 30,8% do ciclo operacional de transporte (ALVES et al., 2013).

Carregamento e descarregamento

A porcentagem de tempo utilizada para as etapas de carregamento e descarregamento corresponde aos períodos de espera, pesagem e conferência da carga, emissão de documentos e depositar ou retirar a madeira do compartimento de carga dos veículos (MACHADO et al., 2009). O carregamento é o processo em que a madeira é colocada no veículo, sendo a etapa conetiva entre a extração e o transporte principal. Já o descarregamento, é a etapa contrária, a retirada da madeira do compartimento de carga dos veículos nos pátios de transbordo ou destino final (MINETTE et al., 2008).

A melhor máquina utilizada para carga e descarga é dependente do comprimento das toras manipuladas e densidade, fator de empilhamento da espécie, especificações da grua, volume do feixe, eficiência operacional e disponibilidade mecânica e disponibilidade de veículos para transporte (MINETTE et al., 2008). A porcentagem de tempo destinada ao carregamento e ao descarregamento foi analisada por LACOWICZ et al. (2002), NURMINEN & HEINONEN (2007) e HOLZLEITNER & KAZNIAN (2011).

- A etapa de carregamento ocupou 14,7% e o descarregamento 4,4% do ciclo operacional de transporte rodoviário florestal na Irlanda (LACOWICZ et al., 2002).
- Na Finlândia, o carregamento levou 21,0% do ciclo operacional e o descarregamento equivaleu a 16,0% do total de transporte (NURMINEN & HEINONEN, 2007).
- O carregamento e o descarregamento corresponderam, respectivamente, a 21,0% e 7,0% do ciclo operacional do transporte rodoviário de madeira na Áustria (HOLZLEITNER & KAZNIAN, 2011).

Tempos improdutivos e filas

Os tempos de esperar para carregar e descarregar são sérios entraves no transporte rodoviário florestal, principalmente quando se refere a programação logística de saída de veículos. Os estudos de ALVES et al. (2013) apontaram um período de espera para o carregamento de 7,1% do ciclo total de transporte, com um quantitativo médio sete veículos parados, e para o descarregamento, um período de espera em filas de 19,5% do ciclo operacional.

Aplicando ferramentas de pesquisa operacional para minimização dos períodos de espera em fila, LACOWICZ et al. (2002) reduziu o número de veículos do transporte rodoviário florestal de 35 para 23, contabilizando um período de espera em fila para carga de 8,8% e fila para descarga de 2,6%. Para entrada na unidade industrial na Áustria para efetuar a etapa de descarregamento houve uma espera correspondente a 7% do ciclo operacional (HOLZLEITNER & KAZNIAN, 2011).

REDE VIÁRIA FLORESTAL

Com extensão de 1.713.885 km, a malha rodoviária brasileira é distribuída em 32,1% de rodovias federais, 54,7 % estaduais e 13,2% municipais. As estradas pavimentadas possuem problemas quando a superfície, sinalização e geometria da

via, que compromete a qualidade e segurança dos fluxos, integração com outros modais e gerando elevados custos operacionais (CNT, 2013b).

A porcentagem de estradas pavimentadas brasileiras é reduzida quando comparado com a pavimentação dos outros países. A densidade da malha rodoviária pavimentada do Brasil é a menor entre os países analisados, com 23,8 km de infraestrutura para cada 1.000 km² de área (Figura 5).

FIGURA 3: Densidade da malha rodoviária pavimentada em diferentes países.

Fonte: CNT (2013b).

As estradas são necessárias para o acesso à unidade florestal para as operações de preparo do solo, operações de manejo e proteção florestal (CORRÊA et al., 2006). Deste modo, planeja-se a rede viária, em um primeiro momento, para a implantação do povoamento e, em um segundo momento, por ocasião da colheita florestal (MALINOVSKI & PERDONCINI, 1990).

As estradas com padrões inferiores refletem na utilização dos veículos extrapesados com elevados custos de manutenção da frota e sazonalidade de operações (MALINOVSKI & PERDONCINI, 1990). Para a região de Minas Gerais os principais defeitos das estradas eram quanto a secção transversal inadequada e drenagem lateral imprópria, originado 67,5% de estradas com algum tipo de não conformidades (OLIVEIRA et al. 2013a; OLIVEIRA et al. 2013b).

Os custos com o transporte florestal devem levar em consideração as estimativas da densidade ótima de estradas. Quanto maior for a densidade de estradas, maiores serão os custos de construção e manutenção e, consequentemente redução da área produtiva (CORRÊA et al., 2006). Para povoamentos de eucalipto no Sul do Espírito Santo, CARMO et al. (2013) concluíram que a densidade de estradas estava acima do ótimo recomendado, refletindo falta de critérios quanto ao planejamento e aproveitamento das áreas de plantio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O transporte rodoviário é o principal modal utilizado para o escoamento da produção florestal, juntamente com a etapa de colheita florestal, constituem nos maiores custos da cadeia produtiva.

É preciso conhecer a legislação vigente sobre o código de trânsito brasileiro, onde estão inseridas as normas referentes ao transporte rodoviário florestal, quantidade máxima permissível para trânsito em rodovias e estradas com as diferentes combinações veiculares de carga existentes e necessidade de AET.

Para o tráfego de veículos são necessárias estradas em qualidade e quantidade que facilite a conexão entre a unidade florestal e a unidade beneficiadora, maiores investimentos em infraestrutura, obras de arte e melhoria das estradas existente.

O tema transporte rodoviário florestal deve ser melhor explorado com outros estudos que envolvam a problemática do transporte rodoviário florestal no Brasil e desenvolvimento de novas tecnologias que aumentem o rendimento, com redução de custos e maior segurança para as atividades.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. T.; FIEDLER, C. N.; SILVA, E. N.; LOPES, E. S.; CARMO, F. C. A. Análise técnica e de custos do transporte de madeira com diferentes composições veiculares. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 897-904, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622013000500012>. Doi: 10.1590/S0100-67622013000500012

BRASIL, **Lei nº9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o código de trânsito brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Pg. 21201, setembro de 1997, Seção 1.

BRASIL, **Lei nº12.619, de 30 de abril de 2012**. Dispõe sobre o exercício da profissão de Motorista para regular e disciplinar a jornada de trabalho e o tempo de direção do Motorista profissional; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Pg. 5, maio de 2012, Seção 1.

BRASIL, **Resolução nº12, de 6 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre a classificação dos veículos de transporte rodoviário. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Pg.89, fevereiro de 1998, Seção 1.

BRASIL, **Resolução nº211, de 13 de Novembro de 2006**. Requisitos necessários à circulação de Combinações de Veículos de Carga – CVC. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Pg. 78, abril de 2013. Seção 1.

BRASIL, **Resolução nº246, de 27 de Julho de 2007**. Requisitos técnicos de segurança para o transporte de toras de madeira bruta por veículo rodoviário de carga. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Pg. 104, dezembro de 2013, Seção 1.

BRASIL, **Resolução nº231, de 15 de março de 2007**. Estabelece o sistema de placas de identificação de veículos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Pg. 65, outubro de 2012, Seção 1.

CARMO, F. C. A.; FIEDLER, N. C.; GUIMARAES, P. P.; PEREIRA, D. P.; ANDRADE, S. P. W. Análise de custos de implantação de cultivos de eucalipto em áreas acidentadas no Sul do Espírito Santo. **Cerne**. Lavras, v. 17, n. 4, p. 479-479, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602011000400005> Doi: 10.1590/S0104-77602011000400005

CARMO, F. C. A.; FIEDLER, N. C.; LOPES, E. S.; PEREIRA, D. P.; MARIN, H. B.; SILVA, E. N. Análise da densidade ótima de estradas florestais em propriedades rurais. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 451-459, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602013000300012> Doi: 10.1590/S0104-77602013000300012

COELHO, M. H.; COELHO, M. R. F. Potencialidades econômicas de florestas plantadas de *Pinus elliotii* em pequenas propriedades rurais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**. Curitiba, s/v., n. 123, p. 257-278, 2012. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4328554>>

CORRÊA, C. M. C.; MALINOVSKI, J. R.; ROLOFF, G. Bases para planejamento da rede viária em reflorestamento no Sul do Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p.277-286, 2006. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/viewArticle/6450>> Doi: 10.5380/rf.v36i2.6450

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2013**. Confederação Nacional do Transporte, 2013. 2013a 384 p. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Documents/Livros/Pesquisa_Rodovias_2013_HIGH_30.10.13.pdf>. Acesso em: 12/03/2014.

CNT. **Elevação do preço do diesel em 2013**. Confederação Nacional do Transporte. 2013b Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/ECONOMIA%20FOCO/ECONOMIA_EM_FOCO_21_fevereiro_2013.pdf>. Acesso em: 21/03/2013.

ELLER, R. A. G.; SOUSA JUNIOR, W. C.; CURI, M. L. C. Custos do transporte de carga no Brasil: rodoviário versus ferroviário. **Revista de Literatura dos Transportes**, v. 5, n. 1, p. 50-64, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/50224270_Custos_do_transporte_de_carga_no_Brasil_rodoviario_versus_ferrovuario>

FIEDLER, N. C. Colheita e transporte em áreas declivosas. **Revista Opiniões**. São Paulo, v. 27, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaopinioes.com.br/cp/materia.php?id=822>>. Acesso em: 24/04/2012.

GUIMARAES, P. P.; ARCE, J. E.; LOPES, E. S.; PELISSARI, A. L.; SALAMI, G.; CASTRO, V. G. Modeling of fuel consumption for forest transportation. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 496-506, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S198321252016000200496&script=sci_abstract> Doi: 10.1590/1983-21252016v29n228rc

GUIMARAES, P. P.; ROMANO, C. A.; CATAI, R. E.; PRADO, L. N.; PELISSARI, A. L. Perfil do motorista do transporte rodoviário florestal no Município de Campo do Tenente-PR. **Enciclopédia Biosfera**. v. 9, n. 17, p. 3603-3617, 2013. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/7376259-Perfil-do-motorista-do-transporte-rodoviario-florestal-no-municipio-de-campo-do-tenente-pr.html>>

HOLZLEITNER, F.; KANZIAN, C. Analyzing time and fuel consumption in road transport of round wood with an onboard fleet manager. **European Journal of Forest Research**, v. 130, p. 293-301, 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10342-010-0431-y>> Doi: 10.1007/s10342-010-0431-y

KLIVAC, R.; KOLARIK, J.; VOLNA, M.; DRAPELA, K. Fuel consumption in timber haulage. **Croatian Journal of Forest Engineering**. v. 34, n. 2, p. 229-240, 2013. Disponível em: <http://www.crojfe.com/r/i/klivac_229-240.pdf>

LACOWICZ, P. G.; BERGER, R.; TIMOFEICZYK JR., R.; SILVA, J. C. G. L. Minimização dos custos de transporte rodoviário florestal com o uso da programação linear e otimização do processo. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 1, p.75-87, 2002. Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_minimizacao_processo_5222.pdf>

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S.; BIRRO, M. H. B.; MACHADO, R. R. **Transporte rodoviário florestal**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa; 2ª Edição, 217 p, 2009.

MALINOVSKI, J. R.; PERDONCINI, W. C. **Estradas florestais**. Irati: GTZ, 88 p, 1990.

MINETTE, L. J.; SOUZA, A. P.; FIEDLER, N. C.; SILVA, E. N. Carregamento e descarregamento. In: MACHADO, C. C. (org.). **Colheita Florestal**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, cap. 5, p. 146–160, 2008.

NURMINEN, T.; HEINONEN, J. Characteristics and time consumption of timber trucking in Finland. **Silva Fennica**, v. 41, n. 3, p. 471-487, 2007. Disponível em: <<http://www.metsantutkimuslaitos.fi/silvafennica/full/sf41/sf413471.pdf>>

OLIVEIRA, R. J.; MACHADO, C. C.; CORDEIRO, S. A.; LEITE, H. G.; SILVA, J. V. Análise de processo hierárquico para gerir as estradas florestais. **Floresta e ambiente**, v. 20, n. 1, p. 38-44, 2013a. Disponível em: <<http://www.floram.org/articles/view/id/512b6ee25ce02ae54c000009>> Doi: 10.4322/floram.2012.073

OLIVEIRA, R. J.; GLERIANI, J. M.; MACHADO, C. C.; PEREIRA, R. S.; CORDEIRO, S. A. Análise da trafegabilidade em estradas florestais utilizando métodos computacionais. **Revista Árvore**, v. 37, n. 2, p. 355-360, 2013b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622013000200017> Doi: 10.1590/S0100-67622013000200017

SAVI, A. F.; CANEPPELE, F. L.; OLIVEIRA, M. R. C. Custeio de diferentes tipos de transporte rodoviário no setor madeireiro de Itapeva. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 2, p. 147-154, 2012. Disponível em: <<http://www.floram.org/articles/view/id/4ff303441ef1faed75000018>> Doi:10.4322/floram.2012.017

SEIXAS, F. **Uma metodologia de seleção e dimensionamento da frota de veículos rodoviários para o transporte principal de madeira**. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1992.

SILVA, M. L.; OLIVEIRA, R. J.; VALVERDE, S.R.; MACHADO, C. C.; PIRES, V. A. V. Análise do custo e do raio econômico de transporte de madeira de reflorestamentos para diferentes tipos de veículos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1073-1079, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622007000600012> Doi: 10.1590/S0100-67622007000600012

SILVEIRA, G. L.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P.; LEITE, H. G.; SANTOS, H. N.; FERNANDES, D. C. M. Avaliação de parâmetros de consumo de combustível do Triterm no transporte de madeira. **Revista Árvore**. Viçosa: MG, v. 28, n. 1, p. 99-106, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622004000100013> Doi: 10.1590/S0100-67622004000100013