

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES

GUSTAVO HENRIQUE STEIN

**ANÁLISE OPERACIONAL DO TRANSPORTE SECUNDÁRIO RODOVIÁRIO DE
MADEIRA**

Botucatu-SP
Dezembro - 2009

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA E TRANSPORTES**

GUSTAVO HENRIQUE STEIN

**ANÁLISE OPERACIONAL DO TRANSPORTE SECUNDÁRIO RODOVIÁRIO DE
MADEIRA**

Orientador: Prof. Ms. Érico Guerreiro

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à FATEC - Faculdade de
Tecnologia de Botucatu, para obtenção do
título de Tecnólogo no Curso Superior de
Logística e Transportes.

Botucatu-SP
Dezembro – 2009

AGRADECIMENTOS

Ao final de mais uma importante etapa em minha vida, impulsionado por muito amor, carinho, força e dedicação das pessoas que realmente me amam, não poderia deixar de agradecer a Deus, à minha mãe Silvia em especial, por tudo aquilo em que ela me ajudou, aconselhou, ensinou, corrigiu, sofreu, se orgulhou, entre muitas outras coisas a mais, além de muito ter me ajudado para a conclusão deste trabalho apresentado. Não só ela, como meu pai José Carlos, que me ensinou a ser a pessoa sincera e honesta que sou hoje, meu irmão Guilherme, que esteve sempre ao meu lado, em qualquer situação, e com certeza estará ao meu lado para tudo por toda a vida; à minha avó Haydeé, que me criou desde quando nasci, me ensinando o que era o certo e o errado, a ela devo tudo. Ao meu tio Shirley Lessa agradeço pela colaboração pelo empréstimo de equipamneto. Gostaria de agradecer também à Aline, minha namorada, por todo o tempo em que esteve ao meu lado durante este trabalho, e não somente ao meu lado como também trabalhando junto para que o mesmo saísse perfeito e terminasse a tempo, com uma importante ajuda na digitação deste trabalho. Agradeço com muito respeito ao meu orientador e amigo Prof. Érico, que não poupou esforços no acompanhamento do presente trabalho; aos professores do curso e aos funcionários da instituição. Em especial agradeço aos engenheiros Rômulo e Baccarin e à empresa Duratex pela possibilidade de realização das pesquisas de campo. Além de agradecer com muito carinho e respeito ao Prof. Dr. Paulo Torres Fenner, por ter me dado a oportunidade de conhecer e entender um pouco mais sobre a área de pesquisa florestal.

Ao Eng. Vicente Ferraudó agradeço por todo o amparo, compreensão e ensinamentos em toda a realização de meu estágio, se tornando assim um grande companheiro e amigo.

Dedico este trabalho ao meu amado Avô Alberto Conte, que mesmo não estando mais entre nós, foi e será a pessoa mais importante e amada em minha vida. Sempre será lembrado por ser um grande homem, de caráter e hombridade induídáveis.

“Hasta la victoria siempre!”

(Che Guevara)



RESUMO

A colheita florestal pode ser definida como um conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que visa preparar e extrair a madeira até o local de transporte. A colheita, parte mais importante do ponto de vista técnico-econômico, é composta pelas etapas corte (derrubada, desgalhamento e traçamento ou processamento); descascamento, quando executado no campo; extração e carregamento. Também segundo Machado et. al. (2000), o transporte secundário rodoviário consiste na movimentação de madeira dos pátios ou das margens das estradas até o local de consumo.

Assim, este trabalho tem por objetivo analisar técnicas operacionais e as operações do transporte secundário rodoviário, que abrange as operações de carregamento, transporte e descarga da madeira na indústria transformadora ou para o cliente florestal por meio do estudo de tempos e movimentos, visando um melhor rendimento operacional nas diferentes fases deste sistema.

O trabalho foi desenvolvido a partir de dados coletados por meio do estudo de tempos e movimentos na Fazenda Americana, localizada na cidade de Itatinga, sendo de propriedade e uso da empresa DURATEX S/A de Botucatu.

Ao final deste trabalho, chegou-se à conclusão de que com as mudanças do local de abastecimento dos caminhões e do sistema de carregamento de madeira nos caminhões, haverá um aumento de produtividade de 12,61% para cada caminhão envolvido no sistema de transporte secundário de madeira.

Palavras-chave: Colheita Florestal. Logística. Transporte Secundário Florestal.

SUMÁRIO

RESUMO	2
1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Objetivos.....	9
1.2 Justificativas	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 O setor florestal brasileiro	10
2.2 Classificação das florestas	11
2.3 O transporte de produtos florestais.....	11
2.3.1 Transporte rodoviário	11
2.4 Transporte primário	12
2.4.1 Fatores que influenciam no transporte primário de madeira	13
2.4.1.1 Densidade do talhão	13
2.4.1.2 Topografia	13
2.4.1.3 Tipo de solo	14
2.4.1.4 Volume por árvore.....	15
2.4.1.5 Distância do transporte	15
2.4.2 Métodos	15
2.5 Transporte secundário rodoviário.....	21
2.6 Composições de veículos de carga utilizados no transporte secundário rodoviário.....	21
2.7 Legislação e normas para o transporte florestal rodoviário.....	22
2.8 Parâmetros de influência no transporte rodoviário florestal.....	26
2.8.1 Distância do transporte	26
2.8.2 Padrão da rede rodoviária florestal.....	26
2.8.3 Geometria vertical	26
2.8.4 Geometria horizontal	27
2.8.5 Superfície da pista de rolamento	27
2.8.6 Largura	27
2.9 Planejamento logístico do transporte florestal.....	27
2.9.1 Seleção do veículo de transporte	27
2.9.2 Logística aplicada ao transporte florestal	29
2.9.3 Manutenção mecânica	29
2.9.4 Pneus e acessórios	30
2.9.5 Terceirização	31
2.9.6 Ferramentas para o planejamento	31
2.9.7 Diretrizes para a seleção de veículos.....	32
2.9.8 Velocidade operacional	33
2.9.9 Tempo de carregamento e descarregamento	33
2.9.10 Tempo efetivo de trabalho.....	34
2.9.11 Métodos de dimensionamento de frota.....	34
2.9.12 Eficiência operacional do veículo.....	35
2.9.13 Logística aplicada ao transporte florestal	36
2.9.14 Distribuição e acomodação de carga	38
2.9.14.1 Posicionamento da carga	38
2.9.14.2 Centralização da carga.....	38
2.9.14.3 Altura da carga	39
2.9.14.4 Má distribuição da carga	39
2.9.14.5 Dirigibilidade do veículo.....	39
2.9.14.6 Facho luminoso dos faróis.....	40

2.9.14.7 Determinação do centro de gravidade do veículo	40
2.9.14.8 Determinação do comprimento da carroçaria.....	42
2.9.14.9 Determinação do centro de gravidade no veículo carregado.....	43
2.10 Custo de um caminhão	43
2.10.1 Depreciação do veículo	44
2.10.2 Custo de recuperação de capital	44
2.10.3 Custo total do veículo	45
2.10.4 Custo total por quilômetro.....	45
2.11 Conceito de carga unitizada.....	45
2.11.1 Pré-lingagem.....	47
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3.1 Métodos	49
3.2 Materiais	49
3.3 estudo de caso.....	50
3.3.1 Descrição da empresa	50
3.3.1.1 Divisão madeira.....	52
3.3.2 Descrição do transporte secundário de madeira existente atualmente	53
3.3.3 Deslocamento	61
3.3.4 Carregamento	66
3.3.5 Tipos de composições utilizadas	68
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	69
4.1 Problemas encontrados no carregamento, abastecimento, além de outras operações.	69
4.2 Situação esperada para obtenção de melhorias na operação de transporte.....	70
4.3 Resultados obtidos.....	75
4.3.1 Comparativo do tempo de reabastecimento atual em relação ao proposto.....	76
4.3.2 Comparativo do tempo de carregamento atual em relação ao proposto.....	77
4.4 Rendimento operacional dos novos sistemas propostos.....	80
4.5 Sugestão de mudança do tipo de composição	80
5 CONCLUSÕES	82
5.1 Proposta de trabalhos futuros	85
REFERÊNCIAS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipo de veículo utilizado para extração em função da topografia e distância média.....	14
Figura 2. Skider com cabo.....	16
Figura 3. Skider com garra.....	16
Figura 4. Skider com pinça.....	17
Figura 5. Forwarder carregado realizando o transporte primário das toras.....	18
Figura 6. Trator autocarregável.....	19
Figura 7. Transporte de toretes de madeira por calha.....	19
Figura 8. Extração florestal feita por helicóptero.....	20
Figura 9. Bi-trem Scania 124G 400 sendo carregado.....	22
Figura 10. Peso máximo veículos simples.....	24
Figura 11. Combinação de veículos de carga.....	25
Figura 12. Carregamento de um Bi-trem.....	54
Figura 13. Caminhão tanque.....	55
Figura 14. Trajeto percorrido pelos caminhões na operação de transporte secundário.....	56
Figura 15. Trajeto de ida percorrido pela composição da fábrica até o local do carregamento.....	62
Figura 16. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o determinado trajeto.....	63
Figura 17. Trajeto de volta percorrido pela composição carregada, da fazenda até a porta da fábrica.....	64
Figura 18. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o trajeto de volta do dia 14/10.....	65
Figura 19. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o trajeto de volta do dia 16/10.....	65
Figura 20. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o trajeto de volta do dia 21/10.....	66
Figura 21. Linga do estilo: Laços de cabos de aço.....	73
Figura 22. Linga estilo "amarração em força".....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipo de veículo utilizado para extração em função da topografia e distância média.....	14
Tabela 2. Tempo total desde a chegada até seu deslocamento final.....	56
Tabela 3. Tempo médio gasto na fila de espera, caso exista fila.....	57
Tabela 4. Tempo médio gasto pela movimentação da garra no carregamento em segundos...	58
Tabela 5. Quantidade de garradas necessárias para se carregar um caminhão.....	59
Tabela 6. Carga líquida transportada por cada tipo de composição.....	60
Tabela 7. Tempo gasto para limpeza e amarração da carga.....	60
Tabela 8. Tempos de viagem nos deslocamentos do transporte secundário de madeira.....	61
Tabela 9. Tempos, distâncias e velocidades de operação no trajeto de volta, saindo da fazenda diretamente para a fábrica.....	64
Tabela 10. Tempo de movimentação de um carregador florestal para o carregamento de um caminhão em segundos.....	67
Tabela 11. Capacidade de carga de diferentes garras, em metros cúbicos de eucalipto.....	71
Tabela 12. Tempo médio gasto para cada operação de carregar a garra com toras.....	72
Tabela 13. Volume transportado por cada tipo de composição.....	72
Tabela 14. Média diária do tempo total de carregamento de um caminhão.....	75
Tabela 15. Tempo total da operação de transporte florestal atual.....	75
Tabela 16. Tempo total da operação de transporte florestal estimado.....	78
Tabela 17. Economia de tempo operacional na operação de transporte florestal.....	78
Tabela 18. Diferença entre o rendimento operacional do carregamento atual em relação ao novo sistema de carregamento proposto, porém com o reabastecimento já feito na própria fazenda.....	79
Tabela 19. Comparativo do rendimento operacional do sistema proposto em relação ao sistema atual.....	84

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal tem sido um dos mais importantes da economia nacional. Em 2003, contribuiu com 4% do PIB, 8% das exportações brasileiras, recolhimento de US\$ 2 bilhões de impostos e 2 milhões de empregos (SBS, 2004). Além disso, o setor florestal apresenta grande potencial de crescimento. Prova disso são os investimentos das empresas de base florestal, tanto na área industrial, ampliando suas capacidades instaladas, quanto na compra de novas áreas para plantios de florestas e aquisição de máquinas e equipamentos mais eficientes, buscando sempre a otimização do processo produtivo, desde o plantio e manutenção até a colheita e transporte florestal. Tudo isso, com o intuito de redução de custos, pela economia de escala (NOCE et. al. 2005).

O transporte florestal consiste na movimentação de madeira dos pátios ou das margens das estradas nos talhões até o local de consumo ou pátio das empresas. No Brasil, pode ser realizado por diversos meios (ferroviário, dutoviário, rodoviário), em que este último representa 85% de toda a madeira que é transportada e, ainda, 62% de todos os produtos transportados no país. Mesmo com as condições precárias de trafegabilidade em que se encontram muitas estradas, além de serem essas o único meio capaz de interligar as indústrias às suas fontes de abastecimento de madeira, localizadas em origens distintas, ou seja, abrangendo áreas descontínuas dentro do Brasil (STEIN et. al. 2001). Por esse motivo, estudos buscando maior eficiência no transporte rodoviário florestal são muito importantes.

O objetivo deste trabalho é analisar e avaliar as técnicas operacionais do transporte secundário rodoviário de madeira, além de propor sugestões para sua melhoria de rendimento operacional. O qual foi alcançado com resultados acima do esperado.

Ao avaliar e analisar pormenorizadamente os tempos e rendimentos operacionais do sistema de transporte secundário de madeira, foram identificados alguns problemas e algumas situações operacionais, os quais podem ser modificados ou melhorados, a fim de que haja um melhor rendimento operacional para o sistema como um todo.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo analisar e avaliar as técnicas operacionais do transporte secundário rodoviário de madeira, o qual abrange as operações de carregamento, transporte e descarga da madeira na indústria transformadora, por meio do estudo de tempos e movimentos, visando um aumento de produtividade nas diversas fases deste sistema. Após avaliação e análise dos dados obtidos, foram feitas sugestões de novas técnicas e situações operacionais, visando um maior rendimento operacional por parte dos componentes envolvidos no sistema de transporte florestal.

1.2 Justificativas

Segundo Rezende *et. al.* (1997), como a redução dos custos da colheita é vital para qualquer empresa, uma análise detalhada e por partes dos rendimentos nos diferentes métodos de colheita e transporte tem um papel importante no entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo de aumentá-los. Logo, o aumento da qualidade, a racionalização dos processos e a otimização de custos são itens de suma importância para um melhor desempenho desta atividade.

Portanto, este trabalho se justifica, pois ao final das análises e avaliações de seus resultados, chegou-se a um resultado expressivo quanto a um melhor rendimento operacional, alcançado por meio da implantação dos sistemas propostos neste estudo. E como um maior rendimento operacional influencia beneficemente para a redução de custos na produção de produtos florestais acabados, este trabalho alcançou devidamente seu objetivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O setor florestal brasileiro

No Brasil, a formação de povoamentos florestais com fins econômicos ocorreu com a introdução do gênero *Eucalyptus* na região de Rio Claro, SP, pela Companhia de Estrada de Ferro, visando produção de dormentes, postes e lenha para as locomotivas.

Segundo Machado (2002), a concessão de benefícios fiscais proporcionou ao setor florestal um crescimento significativo na área reflorestada, principalmente com o eucalipto, que atingiu, a partir dos anos 60, altos níveis de produtividade dos plantios, formando assim mão de obra especializada e desenvolvimento de novas tecnologias.

Durante a evolução dos sistemas de colheita, poucas empresas utilizaram a mecanização em tais operações, cenário este que foi alterado em meados da década de 70, quando a indústria nacional começou a produzir maquinário de portes leve e médio. Nesse período surgiram as motosserras profissionais, tratores equipados com garras traseiras e tratores autocarregáveis. Essa evolução trouxe às atividades florestais conceitos como a ergonomia, peso de equipamentos como motosserras, vibração e ruídos.

Atualmente, na maioria das empresas florestais, modernas tecnologias são utilizadas. Há também três divisões empresariais no Brasil: as grandes empresas que dispõem de um número grande de variedades de máquinas sofisticadas e de alta tecnologia, as empresas médias, que utilizam máquinas e equipamentos pouco sofisticados e as pequenas empresas que continuam usando métodos rudimentares, baseados principalmente em mão de obra pouco qualificada.

No futuro, os grandes desafios que serão enfrentados pelo setor florestal são a qualificação profissional para operação de máquinas, a assistência técnica garantida para tais máquinas, os processos de certificação de procedimentos ambientalmente corretos e o povoamento remanescente saudável. Portanto, o grande desafio é manter ou elevar a produtividade, independentemente da rotação da floresta (MACHADO, 2002).

2.2 Classificação das florestas

As florestas podem ser classificadas pela quantidade de rotações que são efetuadas, pelo volume e pela homogeneidade das árvores.

Para a quantidade de rotações a floresta pode ser de primeira, segunda ou terceira rotações, ou seja, quantidade de vezes que o broto da madeira plantada, geralmente o eucalipto, pode ser aproveitado, sem remoção ou plantação de um a nova floresta.

De acordo com o volume, varia-se a utilização de equipamentos e ferramentas de logística para o planejamento, pois quanto menor o volume de uma quadra plantada maior o número de quadras necessárias e frentes de serviço com máquinas especializadas.

A homogeneidade das florestas a clonagem tem uma grande divulgação, já que muitas empresas, para garantir e aumentar sua produtividade, vem desenvolvendo programas sérios que dão resultados, e suas mudas produzem florestas regulares, inclusive na utilização de uma eventual segunda ou terceira rotação (MACHADO, 2002).

2.3 O transporte de produtos florestais

Por ser um serviço de consumo intermediário que proporciona a movimentação de cargas entre diferentes locais, o transporte contribui para o desenvolvimento e a sustentabilidade do sistema socioeconômico.

Pode-se definir transporte rodoviário florestal como movimentação de madeira e seus derivados da floresta ou fábrica até o centro consumidor (MACHADO et. al. 2000).

2.3.1 Transporte rodoviário

Segundo Machado et. al. (2000), o transporte rodoviário é o meio predominante devido a extensa malha rodoviária existente no País. Atualmente, 65% do transporte de cargas

é realizado por este modal, enquanto nos países em desenvolvimento é de 40%, e de 30% nos desenvolvidos.

O setor florestal depende mais ainda desse meio de transporte, aproveitando-se do sistema de estradas pavimentadas que interligam todas as regiões do País. Todavia, pelas características de especificidade da carga, possibilita ao veículo operar carregado somente em um sentido, fazendo com que os custos se tornem maiores por unidade de volume do que em outros tipos de transporte.

No setor florestal, o transporte é realizado por caminhões de diferentes marcas, modelos e capacidade de carga.

O transporte rodoviário é um dos fenômenos de maior significado em nossos dias. Essa importância é decorrente, não só do elevado volume de carga movimentada entre as empresas produtoras, intermediárias e consumidoras, mas também pelo fato de ser essencial na interligação entre os pontos de origem e destino das mercadorias.

As imensas vantagens que oferece o transporte rodoviário sobre os demais é a possibilidade do deslocamento de produtos “pátio a pátio”, o menor preço inicial, a flexibilidade e a possibilidade de escolha entre rotas e diferentes capacidades de cargas. Estas podem ser algumas das razões da sua ascensão.

Embora as vantagens citadas sejam suficientes para explicar a significância do transporte rodoviário, é preciso enfatizar que o proprietário de veículos participa, com quantia insignificante, dos investimentos para construção e manutenção de rodovias, por ocasião do licenciamento dos veículos e nos pedágios.

2.4 Transporte primário

A operação do transporte primário, também chamada de baldeio ou extração refere-se à movimentação da madeira desde o local de corte até a estrada, carreador (corredor criado dentro de uma quadra da floresta para que a operação de baldeio seja possível com custo menor em grandes áreas), ou o pátio intermediário. A conceituação de transporte primário refere-se a movimentação de madeira até um ponto onde ela será transferida para veículos que farão o transporte final, chamado de transporte florestal ou transporte secundário, da floresta até o centro de consumo (MACHADO, 2002).

Dependendo das técnicas utilizadas na operação, ela recebe um nome diferente. O baldeio, geralmente, refere-se à operação na qual a madeira é apoiada sobre uma plataforma, como um trailer ou um forwarder. Quando chamado de arraste, implica na madeira estar

apoiada no solo podendo ser puxada por um trator arrastador skidder ou por guinchos. Existe ainda a retirada da madeira realizada por teleféricos e por helicóptero, porém ambos os sistemas são pouco utilizados no Brasil. Em certas ocasiões, contudo, o caminhão, desde que haja uma topografia adequada, faz o transporte de dentro da quadra até a fábrica, sendo chamado de transporte direto, com a eliminação da operação de transbordo e com a utilização de apenas um veículo de transporte.

Segundo Machado et. al. (2000), os investimentos em veículos e equipamentos especializados depende do porte financeiro da empresa, as quais, muitas vezes, optam por equipamentos mais versáteis, que possam ser utilizados em diferentes operações, como preparo de solo, abertura de estradas, transporte entre outros, em detrimento de equipamentos tecnologicamente mais adequados. Muitas vezes a adaptação de tratores agrícolas pode ser a alternativa mais viável.

2.4.1 Fatores que influenciam no transporte primário de madeira

A extração de madeira, segundo Machado (2002), é um dos pontos críticos da colheita florestal, exigindo um planejamento detalhado da operação, de maneira a empregar os equipamentos dentro de um sistema adequado de trabalho. Para tanto, fatores de influência têm que ser corretamente avaliados.

2.4.1.1 Densidade do talhão

Machado (2002), relaciona a densidade do talhão com o número de árvores colhidas por área (talhão) e o volume das pilhas de madeira, que influencia diretamente na operação de carregamento.

Em florestas com baixa densidade, o tempo de viagem do equipamento aumenta, a produção é reduzida, fica abaixo da média, e os custos unitários tornam-se mais elevados.

2.4.1.2 Topografia

A inclinação do terreno delimita o equipamento a ser utilizado, influenciando diretamente o rendimento da máquina escolhida, conforme demonstrado na Figura 1. Deve ser respeitada para cada equipamento a sua capacidade máxima de trabalho, de acordo com a declividade e os acidentes do terreno.

Em alguns terrenos, os danos resultantes da erosão e as dificuldades de regeneração muitas vezes impedem a utilização de determinados equipamentos, como se segue abaixo (MACHADO, 2002).

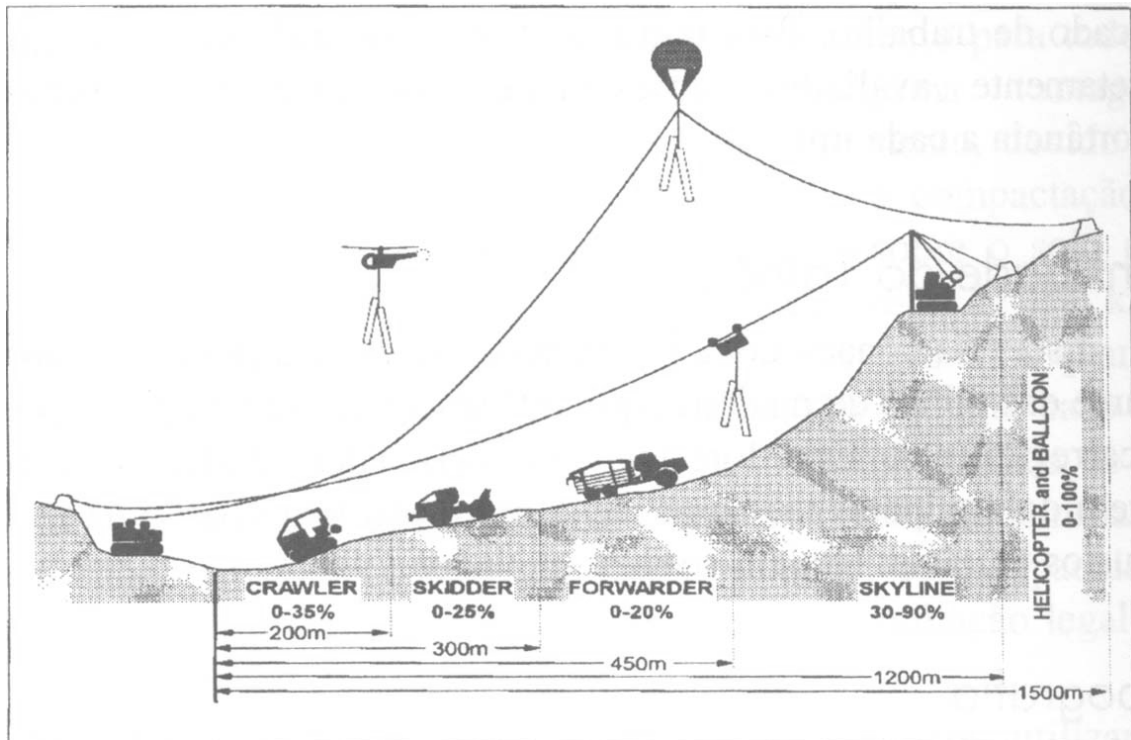


Figura 1. Tipo de veículo utilizado para extração em função da topografia e distância média. Fonte: Modificado de *Studier e Binkley* (1981), apud Machado (2002).

Tabela 1. Tipo de veículo utilizado para extração em função da topografia e distância média.

DECLIVIDADE EM %	DISTÂNCIA LIMITE EM METROS	SISTEMA DE TRANSPORTE RECOMENDADO
0 – 35%	200	CRAWLER
0 – 25%	300	SKIDDER
0 – 20%	450	FORWARDER
30 – 90%	1200	SKYLINE
0 – 100%	1500	HELICÓPTEROS E BALÕES

Fonte: Modificado de *Studier e Binkley* (1981), apud Machado (2002).

2.4.1.3 Tipo de solo

O tipo de solo está relacionado com a capacidade de sustentação e tração do equipamento. Estas características vão depender também do teor de umidade do solo,

ocorrendo um processo de compactação acentuada em teores mais elevados de umidade e mesmo, por vezes, total incapacidade de movimentação do veículo em determinado tipo de solo e conteúdo de umidade (MACHADO, 2002).

2.4.1.4 Volume por árvore

Quanto menor a árvore, maior o custo operacional por unidade de produção. O uso de peças maiores significa necessidade de menor número para completar uma carga, o que diminui os custos operacionais variáveis. Contudo, o incremento no tamanho das árvores acima de determinado ponto, dependendo da capacidade da máquina empregada, pode eliminar certas vantagens. Peças muito grandes podem ter a sua movimentação dificultada, exigindo maior potência dos equipamentos (MACHADO, 2002).

2.4.1.5 Distância do transporte

Segundo Machado (2002), o planejamento inicial feito na floresta, em termos de dimensão dos talhões, densidade e qualidade da rede viária, determinam a distância de transporte e condiciona a seleção dos equipamentos mais adequados para cada situação. Contudo, o inverso também deve ser considerado, ou seja, a escolha do sistema de transporte mais adequado a uma empresa pode vir a condicionar a rede viária necessária.

2.4.2 Métodos

O método escolhido para a realização do transporte primário é de grande importância para viabilizar a operação e exploração florestal sendo desenvolvida ao menor custo operacional possível.

Para se obter sucesso neste aspecto é necessário conhecer todos os fatores que influenciam na extração: tempo de viagem, tempos em terminais (carregamento e descarregamento), o tamanho da carga, grau de utilização dos equipamentos, custos de salários, máquinas e materiais.

Segundo Machado (2002), os métodos mais comuns são:

- **Manual:** Utilizado com toras pequenas nos primeiros desbastes, principalmente de *Pinus spp*, pela ausência de espaço para a entrada de máquina e pelo corte raso em locais acidentados devido à falta de equipamentos adequados.

- **Tração animal:** Principalmente em locais acidentados, em razão do baixo custo, esse sistema ainda é muito utilizado. Além do baixo custo, a experiência e tradição de algumas regiões em criar animais, a técnica simples de aplicação e o trabalho nas diversas condições de campo são levados em consideração.
- **Skidder:** Trata-se de um sistema comumente utilizado em florestas tropicais, devido ao elevado peso das toras. A operação consiste em guinchar as toras, arrastando-as para fora do talhão, até o pátio ou estrada. O equipamento pode ser montado com cabos de aço, portadores de garras traseiras ou pinças. Ambos os sistemas consistem no mesmo processo de baldeio.



Figura 2. Skider com cabo.
Fonte: Caterpillar, apud achado (2002)



Figura 3. Skider com garra.
Fonte: Caterpillar, apud Machado (2002).



Figura 4. Skider com pinça.

Fonte: Caterpillar, apud Machado (2002).

- **Forwarder:** Consistem em tratores florestais autocarregáveis, que possuem articulações para facilitar a operação em declives, com uma plataforma alocada no chassi traseiro. Não é muito veloz, porém destaca-se em superar as condições adversas da natureza. Possuem ainda um carregador (garra) hidráulico, que pode ser montado no chassi dianteiro ou traseiro. Apresenta um custo alto para aquisição e exigem florestas de boa produtividade e operadores qualificados, com distâncias médias de extração entre 200 e 300 metros.



Figura 5. Forwarder carregado realizando o transporte primário das toras.

- **Trator autocarregável:** Em virtude dos custos elevados na aquisição dos Forwarders, foram feitas diversas adaptações de máquinas agrícolas, procurando atender à extração de madeira. O trator agrícola com carreta e grua acopladas é um conjunto situado em um nível intermediário da mecanização florestal.



Figura 6. Trator autocarregável
Fonte: Valmet, apud Machado (2002).

- **Calhas:** São utilizadas em condições de topografia acidentada, com inclinação mínima de 40% e restritas à colheita de madeira curta. Podem ser feitas de fibra de vidro, mais leves e com cinco metros de comprimento, ou de metal, mais pesada e com dois metros de comprimento.



Figura 7. Transporte de toretes de madeira por calha
Fonte: Machado (2002)

- **Cabos aéreos:** Também conhecido como “sistema teleférico” consiste em transportar a madeira suspensa do chão, pressa por cabos. Em condições apropriadas trata-se de um sistema

rápido, porém o alto custo de investimento e os altos custos operacionais o inviabilizam na maioria dos casos.

- **Helicópteros:** São utilizados para a extração de madeira de locais de difícil acesso, reduzindo os impactos ambientais causados pela construção de estradas e pelo uso do transporte convencional. Possui um alto custo de compra e manutenção. Necessitam de várias viagens para executar a mesma baldeação.



Figura 8. Extração florestal feita por helicóptero.

Fonte: Weyhaueser Canadá, apud Machado (2002).

Ao escolher o tipo de máquina a ser utilizada na extração de madeira, deve-se considerar não somente os aspectos técnicos e econômicos, mas também o grau de impacto sobre o meio ambiente, as condições ergonômicas adaptadas à característica de cada usuário. Deve-se também antever a adequação dos sistemas de colheita a uma possível redução no corte raso ou maior adoção de práticas de desbastes em povoamentos florestais, principalmente os de difícil acesso.

2.5 Transporte secundário rodoviário

Segundo Machado et. al. (2000), o transporte secundário rodoviário consiste na movimentação de madeira dos pátios ou das margens das estradas até o local de consumo. No Brasil, é realizado com diferentes tipos (composições) de veículos, em razão da distância de transporte, do volume da madeira a ser deslocada, das condições características de cada região, da capacidade de carga do veículo e dos equipamentos de carregamento e de descarregamento e da legislação vigente.

2.6 Composições de veículos de carga utilizados no transporte secundário rodoviário

Machado et. al. (2000), cita que os veículos de transporte florestal podem ser classificados da seguinte maneira: Caminhão e Articulado.

- **Caminhão unitário:** constitui-se de uma única unidade tratora e transportadora, com tração 4x2, 4x4, 6x2 ou 6x4.
- **Articulado:** composto de uma unidade tratora (cavalo mecânico), com tração 4x2 ou 6x4 e um semi-reboque. É dividido em Biminhão, Bi-trem, Tri-trem, Rodo-trem e conjugado, conforme exemplificado por meio de um bi-trem na Figura 9.



Figura 9. Bi-trem Scania 124G 400 sendo carregado.

Além de classificados os veículos de transporte são divididos em classes, como segue, em função do número de eixos de cada composição:

- **Leve:** veículo simples, com capacidade de carga até 10 toneladas.
- **Médio:** veículo simples, com capacidade de carga entre 10 e 20 toneladas.
- **Semi pesado:** veículo simples, articulado, com capacidade de carga entre 20 e 30 toneladas.
- **Pesado:** veículo articulado, com capacidade de carga entre 30 e 40 toneladas.
- **Extra pesado:** veículos articulados, do tipo rodo-trem, treminhão, bi-trem e tri-trem, com capacidade acima de 40 toneladas.

2.7 Legislação e normas para o transporte florestal rodoviário

O transporte de madeira em vias públicas está subordinado a uma série de normas legais (MACHADO et. al. 2000).

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (2006), de acordo com a resolução nº. 188, de 25 de janeiro de 2006, as toras de madeira deverão ser transportadas devidamente arrumadas, dispostas no sentido longitudinal ou transversal sobre a carroçaria do veículo.

Quando transportadas no sentido longitudinal, as toras devem estar obrigatoriamente contidas por:

- A) Painéis dianteiro e traseiro da carroçaria do veículo;
- B) Escoras laterais metálicas, perpendiculares ao plano do assoalho da carroçaria do veículo (fueiros) sendo necessárias duas escoras, no mínimo, para cada tora ou pacote de toras;
- C) Cabos de aço ou cinta de poliéster com capacidade mínima de ruptura à tração igual a 3.000 kgf, corretamente tensionados por catracas ou sistema pneumático auto-ajustável, fixadas na carroçaria.

A altura da carga não poderá exceder, em hipótese alguma, a altura dos painéis (dianteiro e traseiro), dos fueiros e das guardas laterais da carroçaria do veículo.

As toras brutas, para beneficiamento, deverão ser transportadas no sentido longitudinal, firmemente amarradas à carroçaria do veículo por, no mínimo, três cabos de aço, três cintas ou três correntes, cada uma com capacidade mínima de ruptura a tração igual a 3.000 kgf, corretamente tensionados por catracas ou sistema pneumático auto-ajustável fixadas na carroçaria, observando-se, obrigatoriamente, a distância máxima de 2 metros entre uma e outra amarra, ao longo de toda a carroçaria do veículo.

As normas que delimitam as dimensões e os pesos dos veículos e as dimensões dos pneus são conhecidas como AETs, Autorização Especial de Trânsito, são mais importantes para o transporte florestal rodoviário pelo fato de, normalmente, ser utilizado para essa atividade veículos pesados e extra pesados, que ultrapassam a capacidade permitida em lei, sendo necessário requerer uma autorização especial de trânsito.

A legislação em vigor sobre dimensões, número de unidades e pesos de veículos é normalizada pela Resolução 012/98 do Conselho Nacional de Trânsito, o CONTRAN.

- **DIMENSÕES:** Os comprimentos máximos são de 14 metros para veículos simples, 18,5 metros para veículos articulados e 19,8 metros para veículos com reboque, sendo a largura máxima de 2,6 metros e a altura máxima de 4,4 metros.

- **NÚMERO DE UNIDADES:** De acordo com a legislação em vigor é proibido trafegar com mais de duas unidades, incluída a unidade tratora, ou seja, nenhuma composição poderá ter mais de duas articulações. Por esse motivo, articulações do tipo rodo-trem e tri-trem só podem circular com uma AET, mesmo que não ultrapassem 45 toneladas. E comprimento de 19,8 metros.

- **PESOS:** O PBTC, Peso Bruto Total Carregado, não pode ultrapassar a CMT técnica, calculada pelo fabricante do veículo. Dependendo do número e da configuração dos eixos,

além do comprimento do veículo, o PBTC pode ser superior a 45 toneladas. Os veículos com peso maior que o permitido, podem obter uma AET, desde que não ultrapassem os limites de peso por eixo.

- **CARGAS POR EIXO:** A legislação pertinente, conhecida com Lei da Balança, estabeleceu uma carga máxima por eixo, separados por tipo de eixo de cada caminhão. No caso de eixo isolado com quatro pneus, o peso permitido é de 10 toneladas, enquanto para eixo isolado com dois pneus o peso máximo permitido é de 6 toneladas. Para conjuntos com dois eixos, com dois pneus cada o peso máximo permitido é de 17 toneladas, conforme exemplificado na Figura 10.

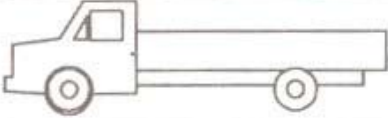
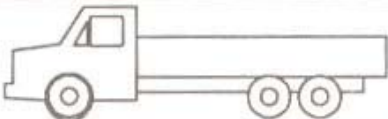
Caminhão		6t+10t PBT = 16t
		6t+17t PBT = 23t

Figura 10. Peso máximo veículos simples.

Fonte: Machado et. al. 2000

As AETs, Autorização Especial de Trânsito, foram instituídas de acordo com a resolução 68/98. Veículos de carga que ultrapassem o número de unidades permitidas com combinações especiais somente poderão trafegar portando uma AET. Essas composições especiais não poderão possuir PBTC superior a 74 toneladas e seu comprimento não poderá ultrapassar 30 metros, respeitando, ainda, o peso máximo permitido por eixo. Na Figura 11 vemos exemplos de pesos e composições existentes.

Para ter acesso a essas AETs, é exigida uma série de equipamentos. No que diz respeito a segurança são exigidos um sistema de acoplamento dos veículos do tipo automático ou reforçado com correntes ou cabos de aço, sistemas de freios interligados a todas as unidades, sinalização especial na traseira do veículo e lanternas em intervalos de 3 metros, em todo o comprimento do conjunto. O veículo dever ser dotado ainda de tração dupla (6x4).

O tráfego de composições especiais também está condicionado a existência de faixas adicionais para veículos lentos ou pistas de mão dupla, nos segmentos de aclive superior a 5% e comprimento acima de 500 metros. A velocidade máxima permitida é de 80 km/h. A autorização só é dada para trânsito em período diurno, salvo casos especiais estudados separadamente.

Para obter uma AET, o transportador deve apresentar um projeto técnico das combinações de veículo de carga, demonstrando a planta dimensional das composições, cálculo demonstrativo da capacidade da unidade tratora vencer rampa de 6%, gráfico demonstrativo das velocidades que a unidade poderá desenvolver em aclives de 0 a 6%, capacidade de frenagem, desenho de arraste e varredura, com o respectivo memorial de cálculos, e um laudo técnico do engenheiro responsável, atestando as condições de estabilidade e segurança da composição.

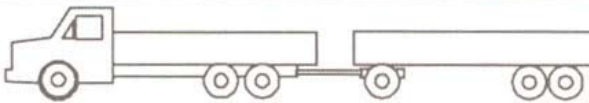
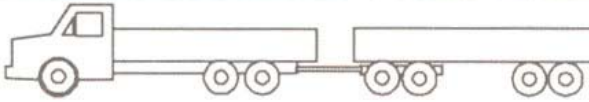
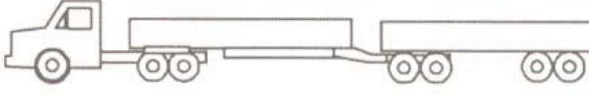
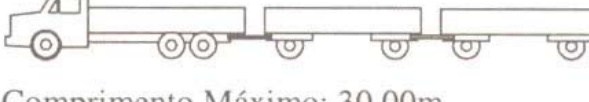
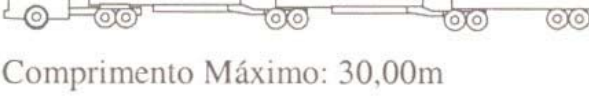
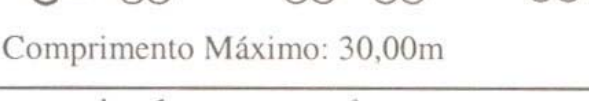
Biminhão	 Comprimento Máximo: 19,80m	$6t+17t+(10t+17t)$ PBTC = 50t
Biminhão	 Comprimento Máximo: 19,80m	$6t+17t+(17t+17t)$ PBTC = 57t
Bitrem Articulado	 Comprimento Máximo: 19,80m	$6t+17t+(17t+17t)$ PBTC = 57t
Treminhão	 Comprimento Máximo: 30,00m	$6t+17t+(10t+10t)+$ $(10t+10t)$ PBTC = 63t
Tritrem	 Comprimento Máximo: 30,00m	$6t+17t+17t+17t+17t$ PBTC = 74t
Rodotrem	 Comprimento Máximo: 30,00m	$6t+17t+17t+17t+17t$ PBTC = 74t

Figura 11. Combinação de veículos de carga.

Fonte: Machado et. al. 2000

2.8 Parâmetros de influência no transporte rodoviário florestal

Segundo Machado et. al. (2000), existem diversos fatores que afetam o desempenho dos veículos e seus custos. Os principais são aqueles inerentes ao tipo de veículo, à rede rodoviária florestal, às condições locais, ao método de trabalho e aos fatores humanos.

2.8.1 Distância do transporte

Varia de acordo com a localização do centro consumidor ou unidade fabril em relação às áreas de produção de madeira. Indiferentemente do transporte utilizado, o custo do deslocamento de madeira varia com a distância. A distância é um dos fatores mais influentes no transporte, pois afeta os custos determinando o volume de madeira a ser transportada por turno trabalhado, para cada tipo de composição. Quanto maior a distância maior será o custo unitário por tonelada. A principal forma de diminuição desses custos tem sido a utilização de composições com maior capacidade de carga por viagem. Em distâncias curtas os caminhões leves ou médios possuem mais espaço, pois são versáteis, requerem menos tempo de carregamento e descarregamento, podendo, ainda, operar em estradas de baixo padrão construtivo.

2.8.2 Padrão da rede rodoviária florestal

Machado et. al. (2000), cita que as rodovias florestais têm por finalidade principal permitir o acesso às regiões florestais, procurando viabilizar a locomoção de mão-de-obra e meios de produção, que serão necessários tanto para a implantação e proteção da floresta como para o transporte de madeira.

O padrão refere-se a característica da estrada quanto ao tipo de geometria, largura e superfície de rolamento. Esse padrão estabelece a velocidade de tráfego e influencia no custo, pois os mesmos são calculados em bases horárias, ou seja, quanto mais rápido e com segurança a viagem for feita, menores os custos de transporte.

2.8.3 Geometria vertical

Segundo Machado et. al. (2000), o greide e o comprimento são os principais elementos da geometria vertical de uma estrada florestal. O greide é a inclinação vertical do eixo da

estrada, formando-se os aclives e declives ajustados por curvas de concordância verticais, que, em estradas florestais não ultrapassam 15%. Do ponto de vista econômico, a opção por greides maiores, visando diminuir extensões e os investimentos iniciais, pode acarretar elevação drástica dos custos de transporte e de sua manutenção.

2.8.4 Geometria horizontal

A geometria horizontal é influenciada pelo relevo, pela velocidade diretriz, pela distância de visibilidade, pelo tipo de solo entre outros. Seus efeitos na velocidade da operação são mais importantes nos casos de estradas de pista única, sobretudo em situações de greide favorável (MACHADO et. al. 2000).

2.8.5 Superfície da pista de rolamento

Machado et. al. (2000), afirma que nas estradas florestais é mais comum a superfície da pista ser constituída por material granular. Normalmente, encontram-se diferentes tipos de solo que constituem a camada de revestimento. A umidade, massa específica, composição mineralógica e a forma dos grãos do solo desta camada influenciarão no desempenho dos veículos de transporte. Os principais tipos de pavimentos são os rígidos, os flexíveis e os revestimentos primários. Contudo, em estradas florestais, é comum encontrar pistas com solos em seu estado natural.

2.8.6 Largura

A largura da estrada florestal é considerada o quarto parâmetro mais importante de avaliação de sua qualidade. Ela exerce influencia sobre a atividade operacional, sobretudo em situações rigorosas de geometrias horizontal e vertical (MACHADO et. al. 2000).

2.9 Planejamento logístico do transporte florestal

2.9.1 Seleção do veículo de transporte

Segundo Machado et. al. (2000), os meios de transporte são essenciais à medida que reduzem o tempo de viagem e permitem o intercâmbio de bens entre as mais diversas

comunidades. Um sistema de transportes deficitário torna-se um dos maiores obstáculos para o progresso socioeconômico de qualquer sociedade. Assim, os recursos somente são úteis se estiverem no local certo, na hora certa, independentemente da distância. Além do mais, o transporte estabelece a extensão geográfica (raio de ação) que se pode atingir.

O planejamento do transporte tem como principal objetivo a garantia de um transporte rápido e eficiente, assegurando a máxima utilização dos recursos disponíveis.

Em razão das diversas marcas e modelos de veículos de transporte rodoviários ofertados e distribuídos nas mais diferentes categorias, surge a questão de qual seria o veículo ideal para atender uma determinada necessidade de transporte. Assim, ainda segundo Machado et. al. (2000), necessariamente três etapas devem ser seguidas para escolha do mesmo.

A) Definição e caracterização:

Nesta fase deve-se caracterizar a carga, o transporte e as rotas, levando-se em consideração o tipo da carga, seu peso específico, o volume, a otimização e bom aproveitamento do espaço da carroceria, a legislação pertinente, o nível de umidade aceitável, a determinação de pontos de origem e destino, demanda pelo produto, frequência de abastecimento, sistemas de carga e descarga, tempo de processos, horário de funcionamento, dias trabalhados por mês, distância entre pontos, padrão da rede viária, tráfego, peso máximo permitido, limites de carga, comprimento e largura e a distância entre os postos de apoio.

B) Identificação de diversas soluções:

São observadas as características técnicas de cada composição estudada, como: relação potência/peso, torque, tipo de tração, relação entre transmissão e diferencial, tipo de pneu, tipo de motor, tipo de cabina, tipo da composição, distância entre eixos, capacidade de subida em rampas, PBT ou PBTC, carga líquida, raio de giro, manobrabilidade, suspensão, autonomia de combustível, sistemas de direção e freios, tipo e dimensão da carroceria, equipamentos auxiliares necessários e dispositivos especiais relativos à carga.

C) Avaliação das alternativas:

Deve-se comparar a versatilidade da composição, a viabilidade de cargas de retorno, o tipo de assistência técnica, a compatibilidade com equipamentos de manutenção existentes, disponibilidade de peças de reposição, vida útil, padronização da frota, número de veículos necessários, número e capacitação do pessoal de operações e o nível de assessoria prestada pelos fornecedores.

2.9.2 Logística aplicada ao transporte florestal

Segundo Machado et. al. (2000), a logística é o conjunto de sistemas aplicados à lógica. Nos dias atuais, a logística é essencial e estratégica para o sucesso de organizações florestais que utilizam o sistema de transporte rodoviário, pois ela agiliza os procedimentos. A globalização da economia tem feito com que empresas florestais se preocupem com a logística para se tornarem competitivas nos mercados e vencerem concorrências internas e externas.

No setor florestal, compete à logística suprir a unidade consumidora de madeira com qualidade em tempo e local corretos. A principal aplicação logística no setor é garantir a redução dos custos a partir do controle da remuneração do capital investido no estoque. Isto quer dizer que o sistema de transporte precisa ser eficiente para garantir o suprimento de uma indústria com baixo nível de estoque de madeira. Para implantar um sistema logístico no transporte rodoviário de madeira é necessário estabelecer prioridades e fazer um diagnóstico da situação, processando e analisando dados e particularidades do processo, detalhando ao máximo o projeto de implantação e assim podendo criar um sistema de avaliação compatível com o esperado.

2.9.3 Manutenção mecânica

O planejamento e controle da manutenção de veículos têm permitido as empresas transportadoras otimizar seus custos, controlar e reduzir falhas e interrupções, aumentando a confiabilidade em um sistema implantado.

O alto investimento na aquisição de veículos de transporte rodoviário florestal evidencia a importância da manutenção, em face a possibilidade de uso mais intenso e de maior tempo de utilização.

A crescente importância da manutenção seja como função, seja como ciência, faz-se não só em virtude das despesas elevadas e da mão de obra envolvida, como também pela intensificação da automação e necessidade do aumento do grau de disponibilidade mecânica do veículo (MACHADO et. al. 2002).

A manutenção é um conjunto de medidas e ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer de acordo com uma condição especificada.

O objetivo de uma manutenção é assegurar a capacidade de veículos, equipamentos e infra-estrutura em nível elevado em relação ao projeto original, observando-se as normas de segurança e a preservação do meio ambiente. Além disso, a manutenção deve garantir adequada disponibilidade mecânica e flexibilidade dos veículos, com qualidade, confiabilidade, aumentando a vida útil do equipamento e garantindo a elevada eficiência operacional.

Os custos de manutenção referem-se aos gastos com pessoal e material, parcelas de lucro e depreciação de bens. A mesma é influenciada por fatores de manutenibilidade, regularidade dos veículos e demanda de serviços que podem variar o custo mensal de manutenção.

O setor de manutenção de uma empresa florestal deve ser administrado de forma consistente e organizado, para garantir o bom andamento dos serviços.

Numa análise mais profunda, observa-se que a paralisação de veículos pertencentes a uma frota apresenta prejuízo, pois significa gastos diretos e determina perdas indiretas pela improdutividade do veículo e do motorista. Além disso, a ausência de manutenção pode reduzir em até 50% a sua vida útil.

A manutenção eficiente da frota, portanto, resulta em maior rendimento, bom desempenho, baixos custos e vida útil econômica mais longa.

2.9.4 Pneus e acessórios

Todo material pneumático possui informações importantes quanto a suas medidas, tipo de fabricação, limites de carga e velocidades, fabricante, temperatura de operação entre outros. No Brasil, os fabricantes de pneus utilizam as normas de marcação designadas pela Associação Brasileira de Pneus e Aros, que devem ser seguidas com base no tamanho do pneu e suas medidas efetivas (MACHADO et. al. 2000).

O mercado apresenta várias opções de pneus, porém, em se tratando de escolher um radial ou um diagonal, deve-se lembrar que o radial possui uma melhor distribuição de forças exercidas sobre eles, além de melhor rendimento quilométrico, aumento da segurança e melhoria da dirigibilidade e economia de combustíveis.

Para que a reforma de pneus seja lucrativa, deve ser criteriosa e preservar sempre a qualidade da carcaça a ser reformada além de escolher um serviço de reforma qualificado.

2.9.5 Terceirização

A globalização da economia, a abertura de mercado e o conseqüente aumento da competitividade têm forçado as empresas a repensarem suas estratégias de negócios, na busca de redução de custos e de competitividade de seus produtos. Com isso, a terceirização ganha importância no momento que as empresas precisam racionalizar seus recursos, redefinir operações, funcionar com estruturas mais enxutas e flexíveis, sendo um instrumento para reestruturação organizacional, incremento da produtividade e da competitividade e busca de identidade e comprometimento com a vocação da empresa (MACHADO et. al. 2000).

O principal risco da terceirização é a descontinuidade da prestação de serviços. Utilizar como filosofia a terceirização apenas para remunerar um grupo de pessoas é arriscado, pois certamente haverá retorno da situação pré-terceirizada. A qualidade de serviços prestados por pessoas com baixa remuneração e sem perspectivas de crescimento pode normalmente perder parte de sua motivação, reduzindo a qualidade de seus serviços.

Para o sucesso da terceirização é necessário cumprir determinadas etapas, como qualquer outro processo. A empresa deve ter vontade de praticar essa ferramenta e mudar sua cultura. O envolvimento de todos é necessário e o comprometimento empresarial dará continuidade a integração e à terceirização.

A empresa terceirizada deve preocupar-se com a atividade fim, deixando as atividades meio para as empresas a serem contratadas. De modo geral, a empresa florestal no Brasil, para contratar uma empresa terceira, deve fazer uma avaliação técnica, administrativa e econômica, em que é verificado, por exemplo, o maquinário, pessoal, conhecimento técnico, infra-estrutura, capital e patrimônio (MACHADO et. al., 2000).

2.9.6 Ferramentas para o planejamento

Segundo Machado (2002), o planejamento é um processo dinâmico de racionalização coordenada das opções, que permite prever e avaliar custos de alternativas futuras, com vistas à tomada de decisões.

Dentro do transporte florestal rodoviário, o planejamento é uma etapa importante, pois coloca todos os sistemas e métodos possíveis juntos, identificando e resolvendo modelos de conflitos, reconhecendo restrições de forma antecipada.

Existem vários processos de planejamento, dados a sua importância, complexidade e o grande número de fatores influentes. Porém, além das técnicas de planejamento, existem ferramentas que auxiliam o planejamento florestal, podendo citar o GPS – Global Position System, o SIG – Sistema de Informação Geográfica, o computador de bordo, softwares de simulação entre outros. A tecnologia de comunicação vem sofrendo um grande avanço no setor do transporte rodoviário através de sistemas de monitoramento que muito contribuem para um futuro promissor do transporte florestal. O controle é feito por ondas de rádios, sinais de satélites, cabos de fibra ótica ou até mesmo fios telefônicos. Significa total controle sobre frotas, colaboradores e florestas.

A geração de mapas é muito importante, pois georreferenciados dão uma idéia exata das dificuldades que serão enfrentadas durante o processo.

A integração de várias tecnologias possibilita ao gestor do transporte florestal rodoviário o controle em diversos aspectos: gerencial, tático e operacional.

2.9.7 Diretrizes para a seleção de veículos

Segundo Machado et. al. (2000), o veículo é um bem de produção; por isso, quanto maior sua quilometragem rodada num dado período de tempo, melhor será sua produtividade. Podem-se traçar diretrizes preliminares para a seleção de veículos pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{HT \times D \times P}{\frac{P}{V} + T} \text{----- (1)}$$

Onde:

Q = quilometragem rodada ou grau de utilização (km/mês);

HT = tempo efetivo de trabalho (h/dia);

P = percurso de ida + volta (km);

V = velocidade operacional (km/h);

T = tempos de carregamento e descarregamento (h);

D = Demanda mensal (Toneladas).

A variável velocidade operacional, tempos de carregamento e descarregamento e o tempo efetivo têm maior influência sobre a quilometragem rodada de um veículo, e, conseqüentemente, sobre o dimensionamento de frota.

2.9.8 Velocidade operacional

O aumento da velocidade operacional implica sempre aumento do grau de utilização do veículo, podendo ser potencializado pela distância do percurso.

2.9.9 Tempo de carregamento e descarregamento

É o tempo despendido em espera, pesagem, conferência, emissão de documentos e nas operações de carregamento e descarregamento propriamente ditas. Esta variável tem grande importância no grau de utilização do veículo, mas a distância do percurso também pode influenciar (MACHADO et. al. 2000).

Marques (1994) cita também o tempo de carga e de descarga como outro fator que influencia o custo de transporte. Segundo Isard (1975), o custo de transporte pode ser altamente afetado pelo tempo de carga e descarga. Os tempos de carga e descarga são definidos em uma das suas obras como “custo terminal”, tornando-se altamente expressivos quando o transporte é efetuado em pequenas distâncias e menos expressivos em grandes distâncias (em curtas distâncias, os veículos tendem a realizar mais cargas e descargas do que em longas distâncias, numa mesma unidade de tempo).

Segundo Machado et. al. (2000), quanto menor o percurso, maior será a influência da variável tempo de carregamento e descarregamento no grau de utilização do veículo.

A redução do tempo de carregamento e descarregamento pode ser obtida através da utilização de equipamentos mais eficientes e pela modificação nos procedimentos ou na utilização de operadores treinados.

Segundo Malinovski e Fenner (1986), o tempo de espera deve ser o mínimo possível e, para tanto, deve-se optar por um sistema de carga e descarga que seja o mais rápido e seguro possível e de baixo custo, pois a fila de transporte não está só relacionada com o número de caminhões, mas também com o rendimento ou produtividade dos carregadores.

O estudo visando à organização e à racionalização das operações do transporte florestal rodoviário poderá representar uma grande economia de recursos para as empresas do setor, bem como aumentar a eficiência operacional e, conseqüentemente, a produtividade dos caminhões (LEITE, 1992).

O transporte rodoviário florestal representa parcela significativa no custo final da madeira posta pátio da fábrica e para a minimização desse custo, maneiras eficientes, como

pesquisas científicas, devem ser utilizadas, para a obtenção de níveis elevados de eficiência econômica nos setores de exploração e transporte florestal (BRANDT, 1984).

Seixas (1992), ressalta a necessidade do planejamento do transporte, procurando sempre considerar a escolha dos veículos mais indicados para uma determinada característica de rede viária, o número de turnos mais econômicos, adequação do fluxo de veículos, respeitando a infra-estrutura de carga e descarga, mesmo considerando-se que a frota seja de terceiros. Cabe à empresa realizar tal planejamento, pois através do mesmo possibilitar-se-á um aumento da eficiência no uso dos veículos, maiores ganhos por parte dos proprietários do veículo e redução do valor pago pelo frete em virtude da racionalização do processo.

2.9.10 Tempo efetivo de trabalho

É o período em que o veículo está disponível para operar, de forma ativa (em viagem) e passiva (carregando, descarregando), expresso normalmente em horas (MACHADO et. al. 2000).

2.9.11 Métodos de dimensionamento de frota

O suprimento de uma indústria requer uma frota de veículos bem dimensionados. E para isso levam-se em consideração os principais elementos do ciclo operacional: viagem vazio, carregamento, viagem carregado e descarregamento (MACHADO et. al. 2000).

Para se chegar a uma solução final, recomendam-se as seguintes etapas:

Cálculo do número de viagens necessárias por mês (NVM)

$$VN = \frac{D}{C}$$

$$TTV = \frac{P}{V} + T$$

$$NVD = \frac{HT}{TTV} \text{ ----- (2)}$$

$$NVM = \frac{D.m.}{NVD}$$

$$NC = \frac{VN}{NVM} = \text{totalveículos} \text{ ----- (3)}$$

Onde:

VN = Viagens Necessárias para transportar demanda mensal;

D = Demanda mensal (Toneladas);

C = Capacidade de carga do caminhão (Toneladas);

TTV = Tempo Total de Viagem (h);

P= percurso de ida + volta (km);

V= velocidade operacional (km/h);

T= tempos de carregamento, descarregamento e filas (h);

HT = tempo efetivo de trabalho (h/dia);

NVD = Número de viagens realizadas no dia;

NVM = Número de viagens realizadas em um mês;

D.m. = Dias Trabalhados em um mês; e

NC = Número necessário de veículos.

O número de veículos necessários foi obtido, dividindo-se o número de viagens necessárias por mês pelo número de viagens que um veículo realiza durante a jornada útil de trabalho em um mês.

2.9.12 Eficiência operacional do veículo

Segundo Machado et. al. (2000), a eficiência operacional do veículo é também denominada produção média anual. À medida que o veículo envelhece, passa a exigir um tempo maior anual para sua manutenção, tempo em que ele poderia estar produzindo. A relação entre tempo efetivamente trabalhado e tempo disponível para o trabalho produtivo define a eficiência do veículo, que é dada pelas seguintes expressões:

$$TEF = \frac{T_t - T_p}{T_t} \quad (4)$$

Onde:

TEF = tempo de trabalho efetivo;

Tt = potencial anual de trabalho (jornada de trabalho x dia/mês/ano); e

Tp = tempo parado para manutenção (por ano)

A eficiência do veículo será medida por

$$E = \frac{T_t - T_p}{T_t} = 1 - \frac{T_p}{T_t} \text{----- (5)}$$

2.9.13 Logística aplicada ao transporte florestal

Machado et. al. (2000), ressalta que a logística é o conjunto de sistemas aplicados à lógica. Nos dias atuais, a logística é essencial e estratégica para o sucesso das organizações florestais que utilizam o sistema de transporte rodoviário, pois ela agiliza os procedimentos. A globalização da economia tem feito com que empresas florestais se preocupem constantemente em estar preparadas para vencer a concorrência interna e externa. Para que a logística seja efetivamente agilizadora da atividade de transporte e possa contribuir para a redução de seus custos, é fundamental a organização interna do setor.

No Brasil, a logística passou por três fases evolutivas. Nos anos 70, relacionava-se ao transporte, armazenagem e distribuição física, com uma visão puramente operacional. Nos anos 80, introduziu-se a logística integrada, que enfatizou o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custos. Nesta década, a logística foi aprimorada e redirecionada para atender às necessidades do cliente, da origem ao destino.

No setor de transporte florestal, compete à logística suprir a unidade consumidora de madeira com qualidade em tempo e local corretos. A principal aplicação da logística neste setor é garantir a redução de custos a partir do controle da remuneração do capital investido em estoque. Isto quer dizer que o sistema de transporte precisa ser eficiente para garantir o suprimento de uma indústria com baixo nível de estoque de madeira.

Para se implantar um sistema logístico no transporte rodoviário de madeira é necessário estabelecer prioridades, e isto pode ser realizado a partir das seguintes fases:

- a) Diagnóstico** – realizam-se os levantamentos de campo sobre custos, distâncias, qualidade de rotas, tipo de frota disponível, eficiência do sistema, grau de satisfação do setor de recebimento etc.;
- b) Processamento e análise dos dados** – após o processamento e análise das informações, propor um plano alternativo, do mais simples ao mais audacioso, e deixar que a empresa faça a escolha;

c) Detalhamento do projeto – o plano de implantação deve apresentar um cronograma de atividades, custos envolvidos e benéficos de cada fase. Devem-se criar, também, indicadores da eficiência do sistema logístico, de modo que se possa avaliar periodicamente; e

d) Avaliação – se o sistema logístico foi implantado com sucesso, ele deverá garantir a melhoria de eficiência do transporte de madeira e reduzir os seu custos.

Um aplicativo que pode ser utilizado na elaboração de um sistema logístico para suprimento florestal é o software “ARENA” da Systems Modeling Corporation, apresentado por Botter et al. (1999). Com este sistema computacional, é possível determinar o sistema e o dimensionamento dos equipamentos necessários para processar e transportar a madeira da floresta até a indústria, com base em técnicas de simulação discreta probabilística. Estas técnicas relacionam, conjuntamente, as partes e, ou, os equipamentos que compõem o sistema e os dimensionam de forma adequada e racional, sem gargalos e com a produtividade especificada, avaliando-se os custos envolvidos e buscando-se a viabilidade econômica de diversos cenários. Esse modelo permite ainda calcular a quantidade de equipamentos e pessoal necessários para cumprir a operação, os estoques de madeira, possibilitando que o modelo econômico, construído numa planilha de custos externa ao modelo, efetue toda a análise econômica do projeto.

O software “ARENA” possui as seguintes características:

- Simulador de eventos discretos.
- Linguagem de programação Siman.
- Interface com o usuário / diagrama de blocos.
- Recursos de animação.
- “Input / output analyser”.
- “Scenario manager”.
- “Templates”.
- “Visual basic for applications”.

A consequência de metodologia pode ser resumida nos seguintes itens:

- a) Confecção de planilha de todos os equipamentos disponíveis no mercado, com os respectivos dados técnicos e econômicos.
- b) Elaboração dos diversos sistemas possíveis de operação, separados por classe e fabricante.
- c) Validação dos dados operacionais, com base em experiências reais de empresas de grande porte que possuem atividades semelhantes.
- d) Elaboração de modelos de simulação para cada um dos sistemas propostos.
- e) Eliminação dos cenários inviáveis ou menos produtivos.

- f) Revalidação dos dados e ajuste fino nos cenários e sistemas escolhidos.
- g) Nova rodada de simulações computacionais para os cenários selecionados e ajustados. Escolha final.
- h) Aplicação de planilhas de custos para os cenários e sistemas escolhidos.
- i) Apresentação do melhor sistema e apuração dos custos.

2.9.14 Distribuição e acomodação de carga

Segundo Machado et. al. (2000), a distribuição e acomodação de carga são fatores importantes para a segurança e redução dos custos de transporte, pois a correta distribuição de carga para os eixos do veículo evita esforços excessivos nos chassis e nas suspensões, que podem provocar desgastes prematuros de pneus, molas, eixos, feios, amortecedores, sistema de direção, bem como a elevação do consumo de combustível.

Além do mais, otimiza o volume de carga a ser transportada, proporcionando maior segurança na dirigibilidade do veículo e reduzindo os problemas de estabilidade e falta de aderência. A distribuição de carga também evita que o transportador possa ultrapassar os limites impostos pela legislação de trânsito.

2.9.14.1 Posicionamento da carga

Segundo Machado et. al. (2000), uma carga bem posicionada deverá ser distribuída sobre a carroçaria do veículo, o mais próximo possível do seu Centro de Gravidade (CG) e com a maior área de apoio voltada para o piso.

2.9.14.2 Centralização da carga

O centro de gravidade da carga deve estar centralizado em relação à largura da carroçaria. Caso este esteja para uma das laterais, haverá maior esforço sobre a suspensão e sobre os pneus daquele lado, podendo ocasionar derrapagens, em razão das condições desiguais de frenagem, ou até tombamentos laterais (MACHADO et. al. 2000).

2.9.14.3 Altura da carga

Devido ao curso normal da suspensão, o veículo sofre uma inclinação lateral ao descrever uma curva horizontal. De acordo com Machado et. al. (2000), o grau de inclinação sofrido pelo veículo depende da velocidade, do raio da curva e da altura do CG da carga. Por esta razão, deve-se procurar localizar o CG da carga o mais baixo possível, evitando-se o risco de tombamento em curvas.

2.9.14.4 Má distribuição da carga

Uma carga, incidindo acentuadamente sobre o eixo motriz do veículo, sobrecarrega e desgasta os pneus, ocasionando má estabilidade do conjunto. Da mesma forma, uma carga que recai preponderantemente na sua parte traseira pode causar baixa aderência das rodas propulsoras do veículo (cavalo-mecânico) e desgaste excessivo dos pneus.

a) Em relação ao eixo dianteiro

Carga má posicionada sobre uma carroçaria, com a maior parte do seu peso incidindo sobre o eixo dianteiro, torna a direção pesada, prejudicando a dirigibilidade do veículo, principalmente em situações de declive.

b) Em relação ao(s) eixo(s) traseiro(s),

Carga concentrada no balanço traseiro do veículo pode provocar excesso de peso no eixo traseiro e falta de peso no dianteiro, tornando a direção leve e com baixa aderência. Em aclives ou depressões, pode-se até perder o contato das rodas dianteiras com o solo (MACHADO et. al. 2000).

2.9.14.5 Dirigibilidade do veículo

Segundo Machado et. al. (2000), o posicionamento correto da carga no veículo é fator que influencia a sua dirigibilidade, pois poderá alterar a estabilidade direcional. Quando um veículo realiza uma curva, a força centrífuga (F), que atua no Centro de Gravidade (CG), depende da sua velocidade (v) e do raio da curva (R). Como a carga é acomodada na carroçaria, o centro de gravidade do veículo será deslocado para frente ou para trás, alterando o comportamento dinâmico e comprometendo a dirigibilidade.

a) Carga na frente em relação ao CG

Quanto mais à frente à carga se encontrar em relação ao CG ideal, maior será a tendência de o veículo “sair da frente” ao descrever uma trajetória curva, ou seja, o veículo tenderá a realizar uma curva de raio maior que o desejado.

b) Carga atrás em relação ao CG

Quanto mais atrás à carga se encontrar em relação ao seu CG ideal, maior será a tendência de o veículo “fechar uma curva” que estiver descrevendo, ou seja, “sair de traseira”.

2.9.14.6 Facho luminoso dos faróis

O facho luminoso dos faróis só proporcionará iluminação eficiente se o veículo estiver com a carga corretamente distribuída. Quando há sobrecarga no eixo traseiro, o facho de luz ficará alto, provocando ofuscamento na visão dos motoristas que trafegam em sentido contrário, além de comprometer sua eficiência. Por outro lado, quando o eixo dianteiro estiver sobrecarregado, o facho de luz ficará baixo, reduzindo a área iluminada à frente do veículo, prejudicando a visibilidade (MACHADO et. al. 2000).

2.9.14.7 Determinação do centro de gravidade do veículo

De acordo com Machado et. al. (2000), o centro de gravidade de um veículo é um ponto imaginário cuja posição permite que, ao se aplicar sobre ele uma carga qualquer os esforços sejam distribuídos proporcionalmente entre seus eixos.

A finalidade de se determinar o centro de gravidade de um veículo é facilitar o cálculo da distribuição do seu peso por eixo. A determinação da posição do centro de gravidade depende do peso e das dimensões do veículo, e toda vez que um destes parâmetros for alterado, a sua posição será deslocada.

A posição do centro de gravidade geralmente coincide com o centro geométrico da carroçaria, pois se considera que a carga está distribuída uniformemente.

Inicialmente, a partir de um chassi do veículo sem carroçaria, pode-se calcular o centro de gravidade da carga útil e da carroçaria.

O exemplo mais ilustrativo é o do cavalo-mecânico. Neste caso, a carga incide sobre o centro da quinta-rodinha, ponto este considerado o centro de gravidade de carga e carroçaria.

O centro de gravidade do veículo pode ser determinado, utilizando-se a carga útil no eixo dianteiro, ou a carga útil no eixo traseiro:

a) Carga útil no eixo dianteiro (CAED):

$$DE \times CAED = d_1 \times CA$$

$$d_1 = \frac{DE \times CAED}{CA} \text{-----} (6)$$

A carga útil no eixo dianteiro (CAED) é calculada, subtraindo-se do peso bruto admissível no eixo dianteiro pelo peso do chassi vazio no eixo dianteiro. Analogamente, subtraindo-se o peso do chassi vazio no eixo traseiro do peso bruto admissível naquele eixo, obter-se-á a carga útil no eixo traseiro (CAET).

Os pesos do veículo vazio podem ser obtidos em folhetos ou tabelas do fabricante, podendo também ser determinados através de uma balança, principalmente quando o veículo estiver com suas características diferentes das de série, como terceiro eixo adaptado, tanque de combustível de maior capacidade etc.

b) Carga útil no eixo traseiro (CAET):

A carga útil no eixo traseiro é calculada pela seguinte expressão:

$$DE \times CAED \times d_2 \times CA$$

$$d_2 = \frac{DE \times CAET}{CA} \text{-----} (7)$$

Embora esta fórmula esteja também correta do ponto de vista teórico, na prática, mede-se mais facilmente a distância entre o centro da quinta-roda e o eixo traseiro d_1 .

$$d_2 = \frac{DE \times CAET}{CA} \text{-----} (8)$$

Como $d_2 = DE - d_1$, então, substituindo na equação anterior, tem-se que

$$DE - d_1 = \frac{DE \times CAET}{CA} \text{-----} (9)$$

ou seja

$$d_1 = DE - \frac{DE \times CAET}{CA} \text{-----} (10)$$

Onde:

CA = carga útil do veículo, sendo obtida pela subtração do peso bruto total admissível pelo peso do chassi vazio;

CAED = carga útil que se apóia no eixo dianteiro;

CART = carga útil que se apóia no eixo traseiro;

DE = distância entre os centros dos eixos;

d_1 = distância entre o CG da carga + carroçaria e o centro de eixo traseiro; e

d_2 = distância entre o CG da carga + carroçaria e o centro do eixo dianteiro.

2.9.14.8 Determinação do comprimento da carroçaria

A partir da determinação do centro de gravidade da carga e carroçaria, pode-se calcular o comprimento recomendado da carroçaria. Se for tomado como base para cálculo o eixo dianteiro, cuja capacidade de carga utilizada plenamente, obtém-se o comprimento mínimo da carroçaria. Todavia, se for tomado o eixo traseiro como base, com sua capacidade de carga totalmente utilizada, obtém-se o seu comprimento máximo (MACHADO et. al. 2000).

Para calcular os comprimentos mínimos e máximos, as seguintes expressões são utilizadas:

$$L = (CET - a - d_1) \times 2$$

como $CET = DE - b$, têm-se ----- (11)

$$L = (DE - b - a - d_1) \times 2$$

Onde:

CET = distância entre a parede traseira da cabina e o eixo traseiro;

a = distância entre a parede traseira da cabine e a parede dianteira da carroçaria, para qual recomenda-se entre 40 e 100 mm para a maioria dos veículos, exceto os cavalos-mecânicos;

b = distancia entre o centro do eixo dianteiro e a parede traseira da cabina;

L = comprimento externo da carroçaria; e

d_1 = distância entre o CG da carga + carroçaria e o centro do eixo traseiro.

2.9.14.9 Determinação do centro de gravidade no veículo carregado

Uma vez determinado o CG da carga e carroçaria e o comprimento destas, tem-se o CG do veículo carregado, a partir da carroçaria utilizada e da carga efetivamente transportada, pois nem sempre é possível colocá-la uniformemente sobre a plataforma de carga e veículo. A determinação do CG do veículo carregado é importante, pois, a partir dele, pode-se calcular a incidência de peso em cada um de seus eixos, verificando-se se o carregamento respeita os limites técnicos estabelecidos pelo fabricante, como também os limites legais vigentes para o transporte rodoviário de cargas (MACHADO et. al. 2000).

2.10 Custo de um caminhão

Segundo Rache (2004), existem vários custos de um veículo, sendo eles:

- Custo de operação
 - Custos de materiais, como combustíveis, lubrificantes, gastos com peças desgastadas.
 - Custos de mão-de-obra, como mão-de-obra do motorista, custo do salário do motorista, despesas com uniforme do motorista, alojamento e refeições.
- Custos de conservação e manutenção
 - Custos de materiais diretos, como pneus, câmaras, lavagem, lubrificação, lubrificantes, peças e sobressalentes.
 - Custos de mão-de-obra, como mão-de-obra de borracharia, manutenção, regulagem e consertos.
- Custos de capital

Estes custos podem ser classificados em custos fixos e variáveis.

- Custos fixos – São os que não variam com a quantidade de trabalho realizada pelo veículo. Por exemplo, o custo de aquisição do veículo. Os custos de licenciamento e emplacamento do veículo.
- Custos variáveis – São os que variam em função do trabalho realizado. Por exemplo, os custos do combustível, de lubrificantes, pneus, embreagem e peças que se desgastam com o uso do veículo.

Os custos de componentes e sobressalentes, como pneus, câmaras, embreagens, amortecedores, filtros, ocorrem, diariamente e mensalmente com o uso do veículo, mas só são computados na sua substituição.

2.10.1 Depreciação do veículo

Segundo Rache (2004), a depreciação é o valor do capital que pode ser amortizado durante a utilização do equipamento adquirido com este capital. Conforme a legislação brasileira, o período mínimo que o veículo pode ser depreciado é:

- Veículos: 5 anos
- Veículos que viajam pelo interior: 4 anos
- Caminhões refrigerados: 4 anos

Portanto, para calcular este valor se transforma o valor de aquisição do veículo em dólares, e se divide pelo número de anos acima. O resultado é o valor de depreciação do veículo em cada ano.

2.10.2 Custo de recuperação de capital

É a depreciação do veículo somada ao valor do retorno sobre o capital.

Exemplo:

$$\text{Custo de Recuperação de Capital} = \frac{\text{Depreciação} + \text{Retorno}}{\text{Número de anos de depreciação}} \text{----- (12)}$$

Aconselha-se que adote como valor de retorno de capital um valor igual a 12% do capital investido, sempre em dólares americanos (RACHE, 2004).

2.10.3 *Custo total do veículo*

É a soma dos custos do veículo.

Custo total: Custo de Recuperação de Capital + Custos de Manutenção + Custos de Operação + Custos Fixos + Custos de Materiais + Custos de Mão-de-obra (RACHE, 2004).

2.10.4 *Custo total por quilômetro*

É o valor do custo total dividido pela quantidade de quilômetros rodados por ano.

$$Custo\ Total / km = \frac{Custo\ total\ do\ veículo\ durante\ o\ ano}{Número\ de\ quilômetros\ rodados\ pelo\ veículo\ durante\ o\ ano} \text{ ----- (13)}$$

Esta é a maneira mais simplificada de calcular o custo por quilômetro, e serve bem para o caminhoneiro, mas não é adequada para empresas transportadoras, que precisam atender exigências legais mais complexas (RACHE, 2004).

2.11 **Conceito de carga unitizada**

Segundo Moura e Banzato (2000), carga unitizada constitui um conceito extremamente simples: diversos volumes de mercadorias são acondicionados ou arrumados de modo a constituírem “unidades” maiores, de tipos e formatos padronizados, para que possam ser mecanicamente movimentados ao longo da cadeia de transportes, eliminando-se assim os múltiplos, dispendiosos e desnecessários manuseios da carga fracionada. Ou seja, é uma carga constituída de materiais (embalados ou não) arranjados e condicionados de modo a possibilitar a movimentação e armazenagem por meios mecanizados como uma única unidade.

Constitui uma base para um sistema integrado de acondicionamento, movimentação, armazenagem e transporte de materiais.

Uma outra definição, mais ampla, caracterizada por carga unitizada: um número de itens, ou blocos materiais, arranjados ou retidos de tal maneira que a massa pose ser elevada e movida como um objeto único, grande demais para a movimentação manual. Isto quer dizer que objetos únicos grandes e indivisíveis, que não possam ser carregados manualmente, são considerados como carga unitizada.

Portanto, têm-se dois critérios para considerar uma unitização:

- 1- Um grande número de unidades;
- 2- Um objeto de tamanho muito grande para movimentação manual;

A unitização é o agrupamento de objetos homogêneos, embalados ou não, em uma unidade adequada à movimentação mecânica e ao transporte, mantido desde o expedidor até o destino da carga. (Definição do Unit Load Council – Oslo).

A unitização é a montagem de um grupo de itens ou embalagens em uma unidade apropriada para movimentação mecânica. Assim, uma carga unitizada é aquela em que todas as embalagens são reunidas em uma ou mais unidades, por meio de cintagem ou amarração.

Embora os principais motivos para a unitização sejam reduzir os custos da movimentação de materiais e aumentar a sua velocidade, o conteúdo de uma carga unitizada está, geralmente, sujeito a menos movimentação severa, aumentando, portanto, a proteção aos materiais.

A carga unitizada é um conjunto ou grupos de objetos mantidos como uma unidade de carga em um transporte entre uma origem ou destino.

É a consolidação de vários volumes pequenos em outros bem maiores e homogêneos, com a finalidade de proporcionar a automação dos transportes ou, o que é mais importante, a integração dos diversos sistemas (ou “modos”) existentes – o aquaviário, o ferroviário, o rodoviário e o aeroviário – por intermédio dessas “unidades de carga”, no que se denomina de transporte intermodal.

A unitização de carga também consiste na combinação de uma quantidade de materiais acondicionados em uma única unidade maior, com o objetivo de se efetuar a movimentação total, desde a plataforma do embarque do expedidor até a de recebimento do consignatário, sem retirar as mercadorias desse recipiente unitário”.

Moura e Banzato (2000), afirmam que na unitização, a idéia básica consiste em agregar cada componente em unidades homogêneas e padronizadas, visto que a padronização é o elemento-chave ou catalisador do desenvolvimento de um sistema integrado para a movimentação e para o transporte de carga.

▪ **Formas de Unitização**

Os unitizadores (recipientes destinados à unitização) caracterizam-se por:

- Uso repetitivo (exceto os “one-way”);
- Dispositivos que permitem erguer e içar e com encaixes autoportantes

As principais formas de unitização são:

- Paletização;
- Pré-lingagem
- Auto-unitização da carga.
- Contêiner

2.11.1 Pré-lingagem

Segundo Moura e Banzato (2000), outra forma de realizar a unitização, principalmente de sacaria, é a amarração por cintas, com alças ou olhais, formando lingas para o içamento da carga.

Carga pré-lingada é um objeto ou um conjunto de objetos agrupados, envolvidos por rede ou cintas com laças adequadas à movimentação por içamento.

As cargas transportadas em sacos e fardos são as que apresentam melhores condições para a unitização com lingas. As caixas, em princípio, não devem ser utilizadas nesta forma, porque o encurvamento observado nas mesmas, devido à ação das lingas, pode danificá-las. Uma tentativa para superar este problema pode ser o emprego de cantoneiras nas quinas das embalagens de transporte ou a reunião prévia das mesmas em capas termorretráteis, com propósito de se obter rigidez na unidade de carga.

A movimentação da carga pré-lingada é apenas por içamento, que pode ser feito por empilhadeiras equipadas com acessórios especiais.

Quanto ao material, habitualmente são utilizadas cintas especiais de fibras sintéticas de alta resistência, com largura que transporte, para que não ocorram rasgamentos das mesmas.

As cintas de aço são mais empregadas na pré-lingagem de fardos, geralmente com celulose e algodão.

Em relação a frequência de uso, as lingas podem ser reutilizáveis ou descartáveis.

▪ **Cintas de aço**

As cintas de aço para embalagem são aplicadas de forma genérica no acondicionamento ou embalagem dos mais diversos tipos de volume, como: fibras naturais ou sintéticas, fardos, madeiras, caixotes, barris etc. Em vista de suas propriedades, sua aplicação confere à carga maior segurança quando por ocasião da movimentação, evitando seu desempilhamento. Em alguns casos, além de sua utilização específica, presta-se como lacre inviolável.

As cintas classificam-se como em:

- a- Média resistência:** são fitas laminadas a frio, de superfície comum e acabamento brilhante, sem qualquer revestimento, além de uma camada de óleo protetivo. Aplicam-se ambas as embalagens ou acondicionamentos e menor valor, nos casos em que a resistência à corrosão, bem como a apresentação possam ser desprezados.
- b- Alta resistência:** são fitas laminadas planas, tratadas termicamente e com superfície normalmente revestida (pintada, zincada, etc.). Aplicam às embalagens ou acondicionamentos onde as resistências à tração e vibração são consideráveis ou nos casos em que a baixa resistência à corrosão venha a afetar o conteúdo da carga. Sua aplicação é também importante nos casos de estocagem por longo período ou em viagens domésticas longas, e quando a apresentação é um fator importante.
- c- Especial:** são fitas obtidas através de matéria-prima especial, laminadas e tratadas termicamente, com o objetivo de alcançar os valores máximos de resistência, aliados a uma boa ductilidade. Normalmente são revestidas superficialmente. São aplicadas em trabalhos extra-pesados, de grande responsabilidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Métodos

A coleta de dados neste trabalho foi realizada da seguinte maneira:

- Para a coleta de dados dos tempos operacionais das máquinas de carregamento e transporte florestal, foi usada a metodologia do estudo de tempos e movimentos, pelo método de tempo contínuo.
- Para a coleta de dados sobre a empresa estudada, foi feita pesquisa e análise dos dados cedidos pela empresa, além de dados pesquisados na internet.
- Para a roteirização do trajeto percorrido pelos caminhões no transporte secundário, foi usado um GPS próprio para tal atividade, com software próprio para a análise desses dados.

3.2 Materiais

Neste estudo foram utilizados:

- 1 Relógio de pulso Technos Chronoalarm Skydyver Professional;
- 1 Câmera Kodak 6.0 Mega Pixels;
- 100 Planilhas em Papel A4;
- EPI's obrigatórios para operação de campo, como 1 capacete, 1 par de perneiras especiais, 1 par de botas especiais;
- 1 prancheta;
- 3 lápis;

- 3 canetas;
- 1 borracha;
- 1 GPS da Marca Garmim;
- 1 Notebook Acer Aspire 5735-6211;

3.3 estudo de caso

3.3.1 Descrição da empresa

A Duratex S.A. é líder nos mercados brasileiros de produção de painéis de madeira reconstituída, pisos laminados e metais sanitários, e conquista de forma crescente, destaque também no segmento de louças sanitárias. Companhia privada, de capital aberto, tem ações negociadas desde 1951 na Bolsa de Valores de São Paulo. Integra o Ibovespa, índice que reflete o desempenho dos papéis mais negociados na BM&FBovespa, e o IBRX50, constituído por uma carteira composta pelas 50 ações de maior liquidez no mercado.

Tem seus produtos comercializados em todo o território nacional e em diversos países, principalmente na Europa, nos Estados Unidos e na América Central.

É controlada pelo Grupo Itaúsa – Investimento Itaú S.A., do qual também integram o Banco Itaú Holding Financeiro e as empresas Elekeiroz, Itaotec e Itaúsa Empreendimentos.

A Duratex atua em duas áreas de negócios, denominadas Madeira e Deca. A Divisão Madeira produz painéis de madeira reconstituída, com chapas de fibra, aglomerados (MDP), painéis de alta, média e superdensidades (MDF, HDF e SDF) e pisos laminados comercializados sob a marca Durafloor. Possui quatro unidades industriais no Estado de São Paulo, nas cidades de Agudos, Botucatu, Itapetininga e Jundiaí. Toda a madeira necessária como matéria-prima para a produção é suprida pela própria Área Florestal, que administra uma extensão de terras de aproximadamente 120 mil hectares. A Empresa foi a primeira a receber a certificação Selo Verde, concedida pelo *Forest Stewardship Council (FSC)* em 1995, que atesta a sustentabilidade de suas práticas de manejo florestal, e uma das cem primeiras a obter a certificação ISO 14001 pelo seu sistema de gestão ambiental. Já a Divisão Deca, que completou 61 anos de atuação em 2008, fabrica e comercializa produtos com as marcas Hydra e Deca, para metais e louças sanitárias e seus respectivos acessórios. Além da Deca Piazza, na Argentina, a Deca conta com sete unidades industriais no País: Metais São Paulo, na capital paulista;

Metais Planidil e Cerâmica II, localizadas em Jundiaí, no Estado de São Paulo; Cerâmica III, em São Leopoldo, no Rio Grande do Sul; além das novas e estratégicas aquisições realizadas no segundo semestre de 2008. A fim de atender melhor aos mercados das regiões Norte e Nordeste, a Deca adquiriu a Cerâmica Monte Carlo, produtora de louças sanitárias situada no município de Cabo de Santo Agostinho (PE), e a Ideal Standard, para ampliar a sua participação no Sudeste, com fábricas em Jundiaí (SP) e Queimados (RJ).

A sede administrativa da Duratex situa-se na capital paulista, e a Empresa mantém escritórios comerciais nas principais cidades brasileiras e no exterior, nos Estados Unidos, na Bélgica e na Argentina, por meio das subsidiárias Duratex North America, Duratex Europe e Deca Piazza. Louças e metais sanitários são exportados para aproximadamente 35 países, onde são comercializados em cerca de 1,4 mil pontos de venda. Em 31 de dezembro de 2008, a Duratex contava com uma carteira de aproximadamente 21 mil clientes ativos e um quadro de colaboradores com 7.886 profissionais. A receita líquida somou R\$ 1.913,6 milhões, o lucro líquido atingiu R\$ 313,8 milhões, e o *EBITDA (earnings before interest, taxes, depreciation and amortization)* foi de R\$ 559,4 milhões, equivalente a uma margem EBTIDA de 29,2%. O valor de mercado da Companhia era de R\$ 1,8 bilhão, obtido pela multiplicação da última cotação no ano da ação mais negociada (PN) pelo número de ações em circulação.

O modelo organizacional e a forma de fazer negócios da Duratex estão intrinsecamente baseados no compromisso de criação de valor, de forma a garantir a solidez financeira, a disciplina no uso do capital e o respeito a critérios éticos, legais e socioambientais.

Pautada nesse compromisso, a gestão estratégica da Companhia investe cada vez mais na qualidade e diversificação de seus produtos, principalmente os de maior valor agregado, e aprimora de forma contínua a eficiência dos processos produtivos.

Os investimentos realizados nos últimos anos, e em andamento, têm por objetivo ampliar a liderança da Duratex em segmentos que apresentam grande potencial de crescimento. Nos últimos cinco anos, a Empresa direcionou R\$ 1,3 bilhão a projetos que ampliam sua capacidade e competitividade, tais como: Tecnologia, Inovação, Gestão de Custos, Qualidade e Ecoeficiência.

Equipes dedicadas acompanham as tendências de mercado e desenvolvem produtos com o objetivo de atender aos anseios dos consumidores. Apenas em 2008, foram direcionados R\$ 11,0 milhões para a remuneração desses profissionais. Ao todo, foram lançados durante o ano 19 linhas diferenciadas de produtos Deca e outros 63 padrões e produtos no segmento de madeira. Até o encerramento de 2008, a Duratex era detentora do

registro de 163 marcas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Outras de maior notoriedade também estavam depositadas no exterior, em mais de 20 países: Deca, Hydra, Durafloor, Duratree, Duratex Moulding, Duraplac, MaDeFibra, Madepan e Madeplac, além da figura do rinoceronte (símbolo da Empresa), dentre outras.

3.3.1.1 Divisão madeira

A Divisão Madeira conta com quatro unidades industriais no Estado de São Paulo, nos seguintes municípios: Agudos, Botucatu, Itapetininga e Jundiaí.

A capacidade total instalada da Divisão Madeira é de 1,5 milhão de metros cúbicos anuais, correspondente a cerca de um terço do total brasileiro, o que lhe garante a liderança do setor, no qual atuam mais sete concorrentes diretos.

Um importante diferencial dessa área de negócio está baseado na Duraflora S.A., subsidiária integral da Empresa, que possui as terras onde são plantadas as florestas que suprem as linhas de produção de painéis, reduzindo, assim, o risco de falta de suprimento de madeira. São aproximadamente 120 mil hectares de terras localizadas no Estado de São Paulo, que possuem distância média de 55 quilômetros das fábricas. Essa condição permite que o custo da madeira da Duratex seja o mais baixo dentre seus concorrentes. O alto grau de produtividade é dado pelo plantio de mudas selecionadas geneticamente e que são produzidas internamente. Em razão das expansões em curso, a capacidade de produção anual de mudas atingiu 18,9 milhões, crescimento de 50% em relação a 2007.

A Duratex, considerada a maior fabricante de painéis de madeira reconstituída do Brasil, teve um ano com resultados positivos. As fábricas operaram praticamente a plena capacidade durante todo o período, tendo suas expedições atingido 1.292,3 mil metros cúbicos de painéis, 1,3% superior ao volume expedido no exercício anterior. Esse crescimento marginal se deve à limitação de capacidade existente no ano. A participação do setor fabricante de móveis, que no passado chegou a representar cerca de 60% das expedições, foi reduzida para 52%, já como reflexo do esforço direcionado à diversificação das vendas. Para tanto, foram desenvolvidos novos produtos, como uma linha de rodapés batizada Duratex Moulding, e para 2009 está previsto o lançamento de materiais para a fabricação de portas.

O início de operação de uma nova linha de revestimento em baixa pressão (BP), em Agudos (SP), favoreceu o aumento de vendas de produtos de maior valor agregado, impulsionando o desempenho da Divisão. Com investimento de R\$ 24 milhões, esse empreendimento permitiu maior diversificação no *mix* de produtos ofertados e ampliação em

50% da produção de madeira com revestimento em BP. Em 2008, a receita líquida apresentou crescimento de 10,0%, alcançando R\$ 1.215,0 milhões. Do total das vendas, aproximadamente 11% foram originadas no exterior, principalmente nos mercados norte-americano e europeu. O EBITDA totalizou R\$ 366,3 milhões, equivalente a uma margem de 30,1%. O resultado foi afetado pelo aumento verificado em dois importantes insumos de produção: energia elétrica e resina. Juntos, esses insumos representam aproximadamente 30% do custo total industrial.

Ao final do período, como resultado do agravamento da crise internacional, percebeu-se a retração dos custos desses mesmos insumos em decorrência do arrefecimento da demanda, o que pode trazer alívio às margens, mantidos os volumes.

O nível de ocupação industrial durante o ano atingiu o índice de 86%. Aliado ao enriquecimento do *mix* de venda, esse desempenho contribuiu na elevação da receita líquida da Divisão Madeira para R\$ 1,2 bilhão em 2008, volume recorde registrado por essa operação.

No tocante à Gestão de Pessoas, a Duratex busca de forma estratégica o aprimoramento e reconhecimento dos talentos de seu capital humano, promovendo uma série de iniciativas que visam à manutenção de um ambiente ético, com segurança de trabalho, e propício ao desenvolvimento profissional e pessoal.

Em 31 de dezembro de 2008, a Duratex mantinha 8.051 funcionários (7.886 no Brasil e 165 no exterior), 16,2% acima do ano anterior. A elevação está relacionada à contratação de profissionais que antes prestavam alguns serviços terceirizados e ao aumento da necessidade de mão de obra determinada pela melhora dos níveis de ocupação industrial decorrente das expansões em andamento e aquisições de concorrentes ocorridas na Deca.

3.3.2 Descrição do transporte secundário de madeira existente atualmente

No atual sistema de transporte florestal secundário, a empresa Duratex utiliza-se somente de funcionários terceirizados, mais especificamente funcionários da empresa Binotto S/A que, por sua vez, conta com três carregadores, sendo dois Hyundai Robex 210 LC-7 e um Caterpillar sem modelo especificado, além de uma frota de aproximadamente 20 caminhões, formado por três composições diferentes: bi-trem, tri-trem e rodo-trem, como demonstrado na Figura 12.

Os carregadores e os caminhões são operados por profissionais treinados e experientes, não havendo assim uma diferença relevante em à operação dos carregadores.



Figura 12. Carregamento de um Bi-trem.

O turno de trabalho dos colaboradores da empresa Binotto é de 8 horas por dia, das 6h00 às 14h00, das 14h00 às 22h00 e das 22h00 às 6h00. Assim, o carregamento é feito 24 horas por dia.

A manutenção básica dos carregadores florestais é feita no próprio campo, por profissionais e ferramentas específicos. O abastecimento de combustível, calibragem hidráulica e dos fluídos também são feitos no campo por um caminhão tanque já preparado e adaptado, como mostra a Figura 13.



Figura 13. Caminhão tanque.

Já a manutenção preventiva e corretiva dos caminhões é feita na própria garagem da empresa Binotto.

A atividade de transporte secundário, neste trabalho, envolveu as seguintes fases:

1. Deslocamento do caminhão da entrada da fábrica até à fazenda;
2. Tempo de espera do caminhão na fila do carregamento;
3. Atividade de carregamento, propriamente dita;
4. Tempos de limpeza, amarração da carga, deslocamentos dentro da fazenda;
5. Deslocamento final do caminhão carregado até a entrada da fábrica;
6. Descarregamento das toras na fábrica.

Na Figura 14 pode-se observar o trajeto completo percorrido pelo caminhão na atividade de transporte secundário de madeira.

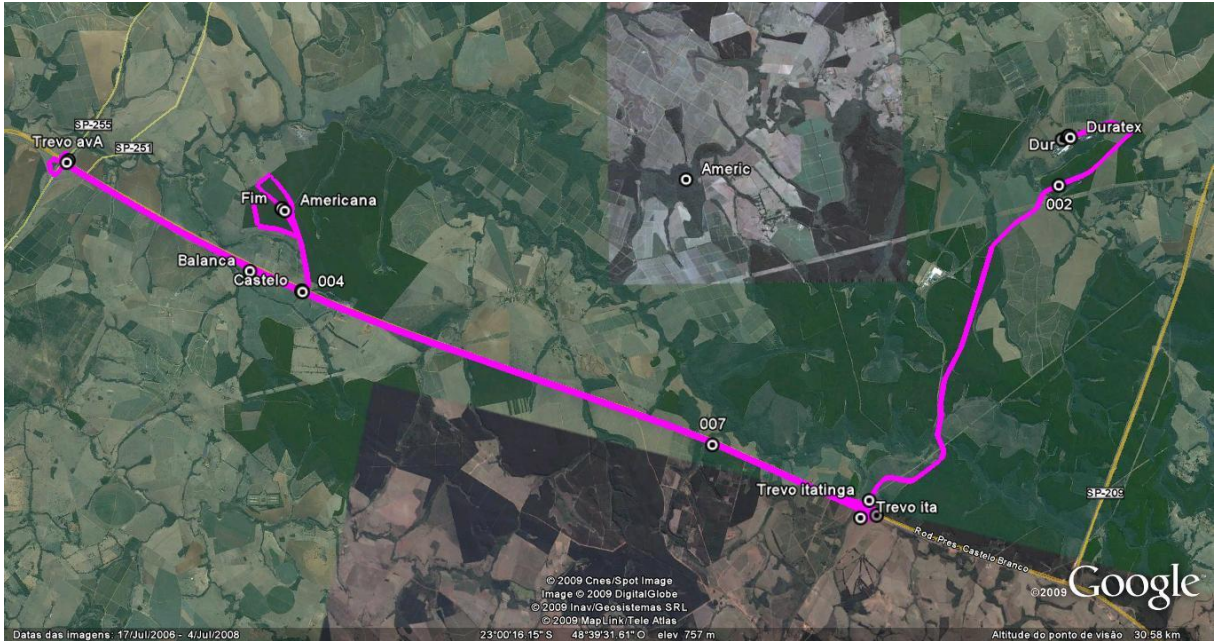


Figura 14. Trajeto percorrido pelos caminhões na operação de transporte secundário.

Na Tabela 2 estão representadas as médias dos tempos somados das atividades, que envolvem a chegada na fila, o tempo de carregamento, ajustes da carga, os tempos de pequenos deslocamentos no momento do carregamento, para estacionar em local apropriado para o início das atividades de limpeza, limpeza e amarração da carga.

Tabela 2. Tempo total desde a chegada até seu deslocamento final.

Média geral do tempo de um carregamento [seg.]	
14/10	1412,57
16/10	2205,53
21/10	2349,37
Tempo médio	1989,16

Na etapa do deslocamento da fábrica até a fazenda, a composição trafega vazia, e atinge uma média aproximada de velocidade de 51 km/h, e percorre uma distância de 39,1 quilômetros.

Ao chegar à fazenda para o início do carregamento, em algumas ocasiões, mais precisamente 13 dos 31 casos acompanhados, pode-se identificar um tempo de espera para o início do carregamento. Isso se deve ao fato de que o carregador florestal já estar em atividade, carregando outra composição. Conforme demonstrado na Tabela 3, quando há fila, o tempo gasto é em média de 712 segundos, ou 11 minutos e 52 segundos. Porém, neste estudo, verificou-se que o tempo em fila variou de 203 a 1828 segundos quando havia fila. Já na maioria dos casos, em 18 dos 31 acompanhados, não foi constatado tempo em fila.

Tabela 3. Tempo médio gasto na fila de espera, caso exista fila.

Dia	Média de tempo na fila [seg.]
14/10	203,00
16/10	1048,28.
21/10	886,40
Média	712,56

A etapa de carregamento de madeira no caminhão propriamente dito foi dividida em duas partes para coleta de tempos as denominações utilizadas foram: - “carregou” e “descarregou”. Isto foi feito para se obter uma coleta mais exata e precisa dos tempos, as movimentações foram classificadas, portanto, conforme especificado a seguir:

Chegou-se às médias dos resultados finais considerando a quantidade de movimentações, somando “carregou” e “descarregou”, posteriormente dividindo-as pelo tempo total das operações citadas, como demonstrado na Tabela 4.

“Carregou” é o tempo em que o carregador florestal trabalha com a garra vazia, arrumando toras no caminhão, deslocando sua garra (vazia) para carga, até o momento em que carrega sua garra, além de pequenos deslocamentos do caminhão, para que o carregador consiga alcançar o semi-reboque que encontra-se atrás.

“Descarregou” é o tempo em que o carregador florestal trabalha com a garra cheia, sendo que após preencher sua garra com toras nas respectivas pilhas, o operador movimenta a garra cheia e solta as toras no caminhão. A partir do momento em que são soltas, volta a ser considerado o momento denominado “carregou”.

Tabela 4. Tempo médio gasto pela movimentação da garra no carregamento em segundos.

TEMPOS TOTAIS	
14/out.	
Tempo total de carregamento (s)	4334
Quantidade de movimentações	232
MÉDIA SEG/MOV	18,68
16/out.	
Tempo total de carregamento (s)	11061
Quantidade de movimentações	584
MÉDIA SEG/MOV	18,94
21/out.	
Tempo total de carregamento (s)	6699
Quantidade de movimentações	338
MÉDIA SEG/MOV	19,81
TEMPO TOTAL CARREGAMENTO	
Tempo total de carregamento (s)	22094
Quantidade de movimentações	1154
MÉDIA Segundos/Movimentação	19,14

Com o acompanhamento de diferentes tipos de composições, foi possível identificar algumas variáveis, como o número de vezes em que o carregador florestal carrega suas garras com toras e depois às descarrega em diferentes composições, como demonstrado na Tabela 5.

Pode-se observar que para se efetuar o carregamento de uma composição do tipo bi-trem, são necessárias, em média, 15,13 garradas; para um tri-trem, 23,72 garradas; e para um rodo-trem, em média, 21,25 garradas. Isso ocorre pelo fato de o rodo-trem ter sua carga diminuída propositalmente por conta da balança rodoviária, já que se carregado totalmente ultrapassa o peso máximo permitido por lei (74 toneladas).

Tabela 5. Quantidade de garradas necessárias para se carregar um caminhão.

QUANTIDADE DE GARRADAS PARA CARREGAR CAMINHÃO			
14/out.			
Quantidade caminhões	Composição	Garradas	Garradas/Caminhão
5	Bi-trem	71	14,20
2	Tri-trem	45	22,50
16/out.			
Quantidade caminhões	Composição	Garradas	Garradas/Caminhão
9	Bi-trem	138	15,33
6	Tri-trem	154	25,66
21/out.			
Quantidade caminhões	Composição	Garradas	Garradas/Caminhão
1	Bi-trem	18	18,00
3	Tri-trem	62	20,66
4	Rodo-trem	85	21,25
Média			
Composição	Caminhões	Garradas	Garradas/Caminhão
Bi-trem	15	227	15,13
Tri-trem	11	261	23,72
Rodo-trem	4	85	21,25
Total	30	573	19,10

Atendo-se à lei da balança, foram levantados valores referentes ao peso líquido transportado por cada tipo de composição, e verificou-se que mesmo com menor tamanho, o tri-trem carrega quase a mesma quantidade de carga que o rodo-trem. Isso se deve ao fato de ambos terem o mesmo número de eixos, distribuídos uniformemente, tendo assim a mesma capacidade de carga, de 74 toneladas de peso bruto total. Na Tabela 6 é possível observar essa paridade de valores entre as composições tri-trem e rodo-trem.

Tabela 6. Carga líquida transportada por cada tipo de composição.

Dia	Tipo Composição	Peso [kg]
14/out.	Bi-trem	31815,00
14/out.	Tri-trem	42990,00
16/out.	Bi-trem	28445,55
16/out.	Tri-trem	41131,66
21/out.	Bi-trem	28890,00
21/out.	Tri-trem	35633,33
21/out.	Rodo-trem	40857,50
Média total	Bi-trem	29716,85
Média total	Tri-trem	39918,33
Média total	Rodo-trem	40857,50

Depois de terminada a etapa de carregamento das toras nas composições, o operador do caminhão executa a etapa de limpeza e amarração da carga, porém, antes disso, ele desloca seu caminhão até uma área livre no talhão, onde não atrapalhará o trânsito de outros veículos, nem tampouco no carregamento de outras composições. Ao parar o veículo, iniciam-se as atividades descritas a seguir:

- Limpeza de carga: consiste em tirar os galhos ou toras que tenham ficado fora da área do caminhão após o carregamento e as cascas que podem vir a cair pelo trajeto;
- Amarração e aperto da carga: após a limpeza da carga, o motorista deve amarrar sua carga com cintas, que são tracionadas por uma catraca, evitando assim que a madeira caia do caminhão durante a viagem.

Tabela 7. Tempo gasto para limpeza e amarração da carga.

Dia	Tempo gasto [seg.]
14/out.	727,57
16/out.	941,87
21/out.	961,75
Média	877,06

Depois de feitas a limpeza e a amarração correta da carga, têm-se início a etapa de deslocamento até a porta da fábrica para descarga da carga. Esse trajeto tem uma distância de aproximadamente 55 quilômetros, e sua velocidade média quando carregado é de 35 km/h, levando-se em média 1h34m para percorrer tal percurso, considerando-se, ainda, possíveis paradas para pesagem na balança rodoviária.

3.3.3 Deslocamento

No transporte secundário, os deslocamentos são feitos por caminhões, mais especificamente cavalos mecânicos das marcas: Scania, Volvo e Iveco. Os veículos da marca Iveco são responsáveis pela tração da maioria das composições, sendo os únicos responsáveis pela tração de todas as composições do tipo Rodo-trem.

Neste estudo, o deslocamento de alguns caminhões foi acompanhado por GPS, a fim de coletar dados relativos a velocidade média de percurso, a quilometragem total e parcial de todo o percurso, o caminho percorrido, além dos tempos totais de viagem.

Como pode-se verificar na tabela 8, o trajeto percorrido de ida até a fazenda, onde os veículos eram carregados, além de ser menor, é feito com maior velocidade, pois ele faz o trajeto vazio. Já no trajeto de volta, sua velocidade é bem reduzida por conta do peso do veículo ser maior.

Tabela 8. Tempos de viagem nos deslocamentos do transporte secundário de madeira.

Dia/Percurso	tempo	km	km/h
14/10 Ida	46 min	39,10	51,00
14/10 volta	01h23min33seg	54,70	39,00
16/10 volta	01hr29min23seg	54,70	36,00
21/10 volta	01hr46min52seg	56,00	31,00
Média Ida	46 min	39,10	51,00
Média Volta	01hr33min16seg	55,13	35,33

O percurso de ida, tem por trajeto, a saída da composição vazia da fábrica, seguindo até a estrada itatinga, após percorrer a estrada itatinga, chegando ao trevo da rodovia castelo branco, ele faz o sentido capital-interior, até chegar à fazenda, como demonstrado na Figura 15.

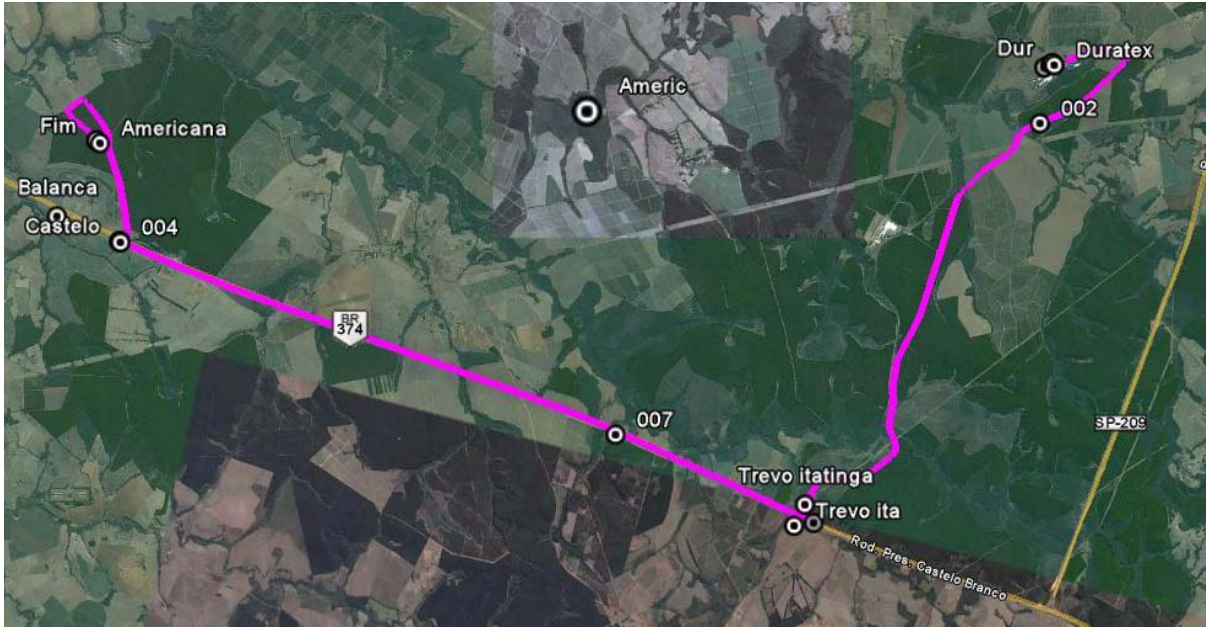


Figura15. Trajeto de ida percorrido pela composição da fábrica até o local do carregamento.

Este percurso foi acompanhado apenas em uma viagem por conta de problemas técnicos. Mas mesmo assim foi possível obter um resultado próximo da realidade da maioria das operações.

Ao fazer esse trajeto, a composição percorre uma distância de 39,1 quilômetros a uma velocidade de 51 km/h, levando 46 minutos para percorrer todo o trecho, como demonstrado na Figura 16.

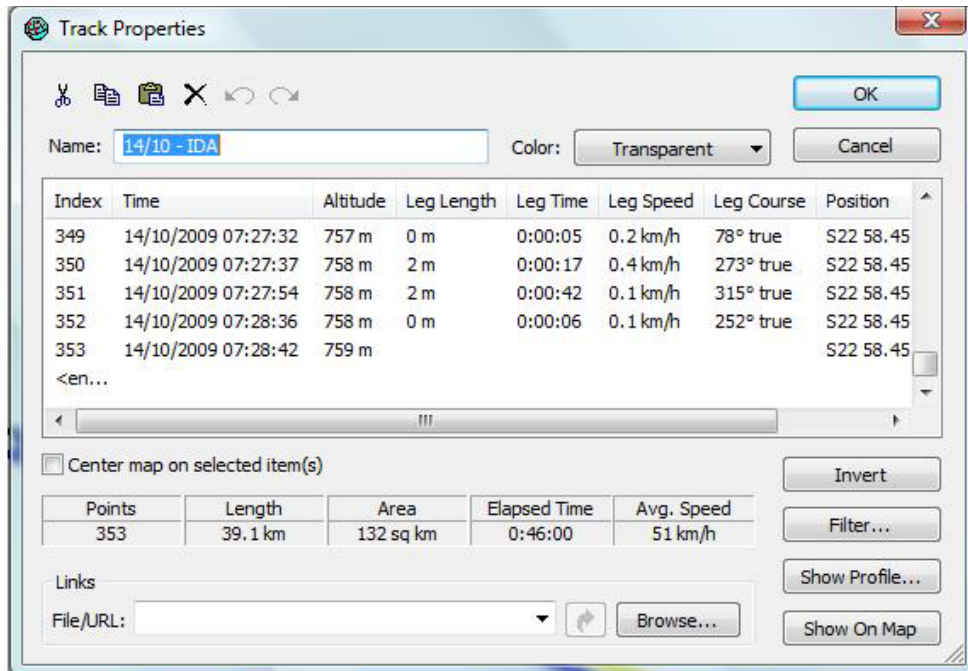


Figura 16. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o determinado trajeto.

O percurso de volta, tem por trajeto, a saída da composição carregada da fazenda, seguindo por uma estrada de terra até a rodovia Castelo Branco, até o trevo de Avaré, onde ele faz o retorno para prosseguir no sentido oposto da mesma rodovia até o trevo de Itatinga, ao chegar neste trecho, ele contorna o trevo e entra na estrada Itatinga, até chegar à porta da fábrica Duratex, na Figura 17 pode-se visualizar este percurso.

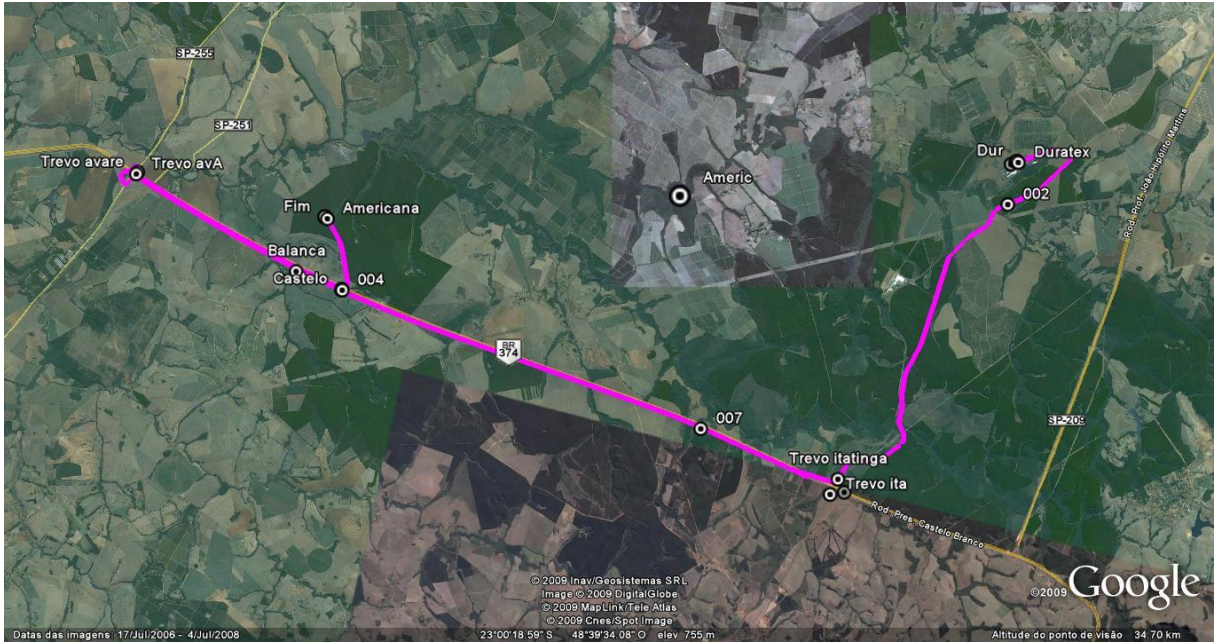


Figura 17. Trajeto de volta percorrido pela composição carregada, da fazenda até a porta da fábrica.

Neste trajeto chega-se a resultados similares, e nele foram acompanhadas viagens nos três dias de estudos, chegando aos resultados demonstrados na Tabela 9.

Tabela 9. Tempos, distâncias e velocidades de operação no trajeto de volta, saindo da fazenda diretamente para a fábrica.

Dia/Percurso	tempo	km	km/h
14/10 volta	01h23min33seg	54,70	39,00
16/10 volta	01hr29min23seg	54,70	36,00
21/10 volta	01hr46min52seg	56,00	31,00
Média Volta	01hr33min16seg	55,13	35,33

Nas Figuras 18, 19 e 20, verifica-se detalhadamente os resultados expostos na Tabela 9, por meio de imagens geradas no programa de análise de dados do GPS.

Track Properties

Name: 14/10 - Volta Color: Transparent

Index	Time	Altitude	Leg Length	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Position
1	14/10/2009 13:54:39	788 m	0 m	0:00:01	0 km/h	0° true	S22 58.45
2	14/10/2009 13:54:40	786 m	0 m	0:00:54	0 km/h	0° true	S22 58.45
3	14/10/2009 13:55:34	786 m	0 m	0:00:01	0 km/h	0° true	S22 58.45
4	14/10/2009 13:55:35	788 m	0 m	0:00:09	0 km/h	0° true	S22 58.45
5	14/10/2009 13:55:44	785 m	0 m	0:00:01	0 km/h	0° true	S22 58.45
6	14/10/2009 13:55:45	787 m	0 m	0:00:01	0 km/h	0° true	S22 58.45
7	14/10/2009 13:55:46	785 m	0 m	0:00:05	0 km/h	0° true	S22 58.45

Center map on selected item(s)

Points	Length	Area	Elapsed Time	Avg. Speed
430	54.7 km	133 sq km	1:23:33	39 km/h

Links
File/URL: Browse...

Invert Filter... Show Profile... Show On Map

Figura 18. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o trajeto de volta do dia 14/10.

Track Properties

Name: 16/10 - Volta Color: Transparent

Index	Time	Altitude	Leg Length	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Position
1	16/10/2009 16:14:31	802 m	1 m	0:00:39	0.1 km/h	130° true	S22 58.49
2	16/10/2009 16:15:10	800 m	1 m	0:00:20	0.2 km/h	34° true	S22 58.49
3	16/10/2009 16:15:30	799 m	0 m	0:00:02	0.1 km/h	241° true	S22 58.48
4	16/10/2009 16:15:32	801 m	4 m	0:03:55	0.1 km/h	239° true	S22 58.48
5	16/10/2009 16:19:27	799 m	2 m	0:02:26	0.0 km/h	145° true	S22 58.49
6	16/10/2009 16:21:53	798 m	3 m	0:00:57	0.2 km/h	36° true	S22 58.49
7	16/10/2009 16:22:50	797 m	2 m	0:00:42	0.1 km/h	202° true	S22 58.49

Center map on selected item(s)

Points	Length	Area	Elapsed Time	Avg. Speed
471	54.7 km	133 sq km	1:29:53	36 km/h

Links
File/URL: Browse...

Invert Filter... Show Profile... Show On Map

Figura 19. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o trajeto de volta do dia 16/10.

Index	Time	Altitude	Leg Length	Leg Time	Leg Speed	Leg Course	Position
1	21/10/2009 14:04:05	737 m	3 m	0:01:03	0.2 km/h	186° true	S22 58.36
2	21/10/2009 14:05:08	737 m	0 m	0:00:02	0.4 km/h	184° true	S22 58.37
3	21/10/2009 14:05:10	738 m	4 m	0:00:25	0.6 km/h	178° true	S22 58.37
4	21/10/2009 14:05:35	737 m	7 m	0:00:04	6 km/h	177° true	S22 58.37
5	21/10/2009 14:05:39	737 m	34 m	0:00:16	8 km/h	167° true	S22 58.37
6	21/10/2009 14:05:55	737 m	60 m	0:00:17	13 km/h	171° true	S22 58.39
7	21/10/2009 14:06:12	738 m	71 m	0:00:16	16 km/h	171° true	S22 58.42

Points	Length	Area	Elapsed Time	Avg. Speed
486	56.0 km	136 sq km	1:46:52	31 km/h

Figura 20. Tela de resultados do programa de análise de dados do GPS, demonstrando distância percorrida, velocidade e tempo levados para percorrer o trajeto de volta do dia 21/10.

Onde, *Length* demonstra a quilometragem total percorrida no percurso, *Elapsed Time* nos informa o tempo total levado para percorrer tal percurso em horas e *Avg. Speed* nos dá a velocidade média que o veículo levou para percorrer esse trajeto.

3.3.4 Carregamento

Para o transporte de toras ser feito, é necessário que haja um carregamento correto e bem feito nos veículos transportadores, para que isso seja alcançado é necessário um trabalho bem projetado e eficiente.

A atividade de carregamento das toras nos caminhões é feita por carregadores florestais próprios para tal atividade, na atividade de carregamento, tem-se as seguintes etapas: chegada do caminhão para o carregamento, parada do mesmo na posição adequada para o carregamento, início das movimentações para carregamento feitas pelo carregador florestal, ajustes da carga feitas pelo carregador florestal, saída do caminhão carregado para dar lugar a outro caminhão que irá carregar.

Para acompanhar o carregamento, foram divididas as etapas em: “carregou” e “descarregou”, como demonstrado abaixo.

“Carregou” é o tempo em que o carregador florestal trabalha com a garra vazia, arrumando toras no caminhão, deslocando sua garra (vazia) para carga, até o momento em que carrega sua garra, além de pequenos deslocamentos do caminhão, para que o carregador consiga alcançar o semi-reboque que encontra-se atrás.

“Descarregou” é o tempo em que o carregador florestal trabalha com a garra cheia, sendo que após preencher sua garra com toras nas respectivas pilhas, o operador movimenta a garra cheia e solta as toras no caminhão. A partir do momento em que são soltas, volta a ser considerado o momento denominado “carregou”.

As médias dos tempos de carregamento estão demonstradas na Tabela 10, e nela estão apenas demonstradas as somatórias das etapas de movimentação do carregador florestal para o carregamento dos caminhões, sendo elas: “carregou”, “descarregou” e “ajuste da carga”.

Tabela 10. Tempo de movimentação de um carregador florestal para o carregamento de um caminhão em segundos.

Dia	Tempo de carregamento (seg.)
14/out.	656
16/out.	774,46
21/out.	764,88
Média	731,78

Além de todas essas etapas, também foram verificados os tempo de descarregamento das toras na fábrica. Esses tempos foram considerados a partir do momento em que o caminhão entra carregado na balança da fábrica, é pesado, se desloca até o pátio de descarga, espera em fila para ser descarregado, é descarregado, se desloca até a balança, entra descarregado na balança, pesa e volta novamente à atividade de deslocamento até a fazenda.

O tempo médio da operação de descarga foi calculado a partir de uma planilha cedida pela própria fábrica, onde se encontram os momentos de pesagem na entrada e depois de feita a descarga, ele é pesado na saída da fábrica, assim nesta planilha constam os momentos de entrada e saída do caminhão na fábrica. Com isso, foram feitas as médias de tempo total gastos por todos os caminhões no mês de outubro, chegando a um resultado onde o tempo gasto dentro da fábrica gira em torno de 38 minutos.

3.3.5 Tipos de composições utilizadas

Bi-trem é uma combinação de veículos de carga composta por um total de sete eixos, que permite o transporte de um peso bruto total combinado PBTC de 57 toneladas. Os semi-reboques dessa combinação são interligados por um engate do tipo B (quinta-rodas) e podem ser tracionados por um cavalo-mecânico 6x2 (trucado).

Já o rodo-trem é uma combinação de veículos de carga (dois semi-reboques) composta por um total de nove eixos que permite o transporte de um peso bruto total combinado (PBTC) de 74 toneladas. Os dois semi-reboques dessa combinação são interligados por um veículo intermediário denominado dolly, que possui a característica de acoplar no semi-reboque dianteiro por um engate do tipo A (engate automático e com cambão) e fazer a ligação com o semi-reboque traseiro através de um engate do tipo B (quinta-rodas), essa combinação só pode ser tracionada por um cavalo-mecânico 6x4 (traçado) e necessita de um trajeto definido para obter Autorização Especial de Trânsito (AET).

Por definição o bi-trem é um conjunto que possui duas articulações (quinta-rodas do caminhão e a quinta-rodas do semi-reboque dianteiro) e o rodo-trem é um conjunto que possui três articulações (quinta-rodas do caminhão, engate dianteiro do dolly e quinta-rodas do dolly).

Tri-trem é uma combinação de veículo de carga - CVC - formada por três semi-reboques interligados através de quinta rodas, ou seja com engates do tipo B, como acontece na combinação bi-trem. Esta CVC possibilita um PBTC de 74 toneladas, a mesma do rodo-trem, mas, devido às características específicas, são desenvolvidas especialmente para o transporte florestal e canavieiro.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Problemas encontrados no carregamento, abastecimento, além de outras operações.

A extração de madeira, segundo Machado (2002), é um dos pontos críticos da colheita florestal, exigindo um planejamento detalhado da operação de maneira a empregar os equipamentos dentro de um sistema adequado de trabalho. Para tanto, fatores de influência têm que ser corretamente avaliados.

E como acompanhado neste estudo, existem algumas operações que demandam tempo e gastos além do necessário, como por exemplo, a volta dos caminhões para a garagem da empresa para o reabastecimento, assim gerando uma perda de, em média, uma hora por dia para cada caminhão, além da excessiva espera dos caminhoneiros nas filas de carregamento em alguns momentos do dia. Já em outros momentos do dia, constatou-se um grande tempo ocioso por parte dos carregadores florestais, já que não haviam caminhões para serem carregados.

Além destes, foram identificados mais alguns problemas, mesmo sendo utilizado há muito tempo, o sistema de elevação e carregamento das toras em caminhões é feito de maneira igual, além de máquinas e movimentos parecidos. Mesmo este sistema sendo utilizado há muito tempo, ele onera muito tempo de operação, assim acarretando em mais um problema para o transporte de toras.

Outro problema encontrado foi o do tipo de composição ideal para esse tipo de transporte, como os caminhões passam carregados pela balança eletrônica da rodovia, a carga tem de ser diminuída para não dar excesso de peso, assim gerando multa ao caminhoneiro.

Com as composições do tipo rodo-trem, sempre existe sobra de volume a ser ocupado na composição, o que indica que o veículo utilizado pode ser muito comprido, e como esse grande comprimento da composição gera um maior peso em ordem de marcha do veículo, há um desperdício de capacidade de carga, assim resultando em menor capacidade de transportar carga líquida. Além do comprimento da composição, também foi verificada uma distância entre eixos muito grande e um maior peso do cavalo mecânico da marca Iveco em relação aos cavalos mecânicos das outras montadoras, assim resultando num peso em ordem de marcha ainda maior do que o já constatado por conta do excesso de comprimento das composições. E por conta desse excesso de peso do cavalo mecânico, houve a constatação de um grande número de multas na balança eletrônica, e na grande maioria das vezes esse excesso de peso dava-se apenas no eixo dianteiro do cavalo mecânico.

Além das composições, o tamanho da tora não parece ser a ideal para uso em rodo-trem, pois toras de 6 metros são mais difíceis de ser carregadas por conta do pouco espaço entre as gaiolas da composição, resultando muitas vezes em entrelaçamentos das toras no caminhão, assim resultando em uma maior dificuldade na hora da descarga das toras no pátio da fábrica.

4.2 Situação esperada para obtenção de melhorias na operação de transporte.

Após a identificação de variadas situações problemáticas, as quais interferem diretamente nos tempos e custos da operação do transporte secundário de eucalipto, chegou-se a algumas situações, possíveis de serem melhoradas.

Uma situação a ser mudada, poderia ser o abastecimento dos caminhões no próprio campo, reduzindo o tempo de operação, já que diminuiria a distância percorrida por todos os caminhões em pelo menos um momento do dia, pois como já identificado neste estudo, os caminhões se dirigem todos os dias para a garagem da empresa em pelo menos uma viagem, assim perdendo em média 1 hora de produção/dia por veículo. O retorno à garagem da empresa poderia ser feito apenas para reparos, manutenção ou revisão dos veículos, já que essas atividades não podem ser feitas no campo, pois necessitam de ferramentas e mão de obra especializada.

Outra situação a ser mudada, seria a operação de carregamento dos caminhões, podendo ser testado um novo método, com a unitização das toras por correntes de aço, e substituindo-se os carregadores florestais por guindastes especializados para o içamento de cargas pré-lingadas.

Essa situação se daria da seguinte forma:

- a) Antes do início da operação do transporte primário feito pelo forwarder, o operador dessa máquina, esticaria duas correntes diagonalmente na carroceria do forwarder, iniciaria a movimentação para carga do mesmo, depois de terminado o carregamento, o mesmo operador fecharia as correntes com fechos especiais, e ao invés de descarregar pouco a pouco a carga de madeira na beira da estrada, o guindaste se incumbiria de retirar a carga já unitizada e depositá-la na beira da estrada à espera do caminhão.
- b) Depois de feito o depósito das toras já unitizadas na beira da estrada, a mesma operação se repetirá até o término do carregamento no transporte primário.
- c) Ao chegar um caminhão para o início de sua carga, o guindaste daria início à sua operação, cujo tempo de carregamento diminuiria drasticamente em relação ao tempo demandado hoje, já que cada carga completa de um forwarder tem a capacidade de extração de 16 metros cúbicos, e atualmente a capacidade de carga da garra de um carregador florestal varia de 1,75 metros cúbicos a 2,67 metros cúbicos, conforme a Tabela 11.

Tabela 11. Capacidade de carga de diferentes garras, em metros cúbicos de eucalipto.

M³	Capacidade da garra em metros cúbicos
Cat	1,75
0,75	2,04
1	2,67

Com os dados demonstrados e de acordo com a Tabela 5, em média um bi-trem necessita de 15,13 garradas em média, um tri-trem necessita de 25,72 e um rodo-trem necessita de em média 21,25 garradas para o carregamento completo da composição, levando em média um tempo de 38,29 segundos por garrada, como demonstrado na Tabela 12, assim o tempo de carregamento girando em torno de 9 minutos e 32 segundos a 15 minutos e 56 segundos, dependendo da composição a ser carregada.

Tabela 12. Tempo médio gasto para cada operação de carregar a garra com toras.

Tempo Médio por Garrada	
14	
TEMPO TOTAL CARREGAMENTO (seg.)	4334
QTIDADE DE GARRADAS	116
MÉDIA GARRADAS/SEG	37,36
16	
TEMPO TOTAL CARREGAMENTO (seg.)	11061
QTIDADE DE GARRADAS	292
MÉDIA GARRADAS/SEG	37,88
21	
TEMPO TOTAL CARREGAMENTO (seg.)	6699
QTIDADE DE GARRADAS	169
MÉDIA GARRADAS/SEG	39,64
Média Garradas/Segundo	
TEMPO TOTAL CARREGAMENTO (seg.)	22094
QTIDADE DE GARRADAS	577
MÉDIA GARRADAS/SEG	38,29

Com a implantação desse novo sistema, levando em consideração o mesmo tempo de movimentação do guindaste em relação ao carregador florestal, também levando em conta o volume carregado por cada tipo de composição, que é de 38,6 metros cúbicos para um bi-trem, 51,9 metros cúbicos para um tri-trem e 52,5 metros cúbicos para um rodo-trem conforme demonstrado na Tabela 13.

Tabela 13. Volume transportado por cada tipo de composição.

Dia	Composição	Volume
14/out	Bi-trem	41,42
14/out	Tri-trem	55,97
16/out	Bi-trem	37,20
16/out	Tri-trem	53,79
21/out	Bi-trem	37,19
21/out	Tri-trem	46,16
21/out	Rodo-trem	52,55
Média	Bi-trem	38,60
Média	Tri-trem	51,97
Média	Rodo-trem	52,55

O tempo médio de carga seria em torno de 1 minuto e 20 segundos para o bi-trem, 1 minuto e 50 segundos para um tri-trem e 1 minuto e 54 segundos para um rodo-trem, já que cada garrada de um carregador florestal se igualaria a uma carga unitizada de 18 metros cúbicos carregados por um guindaste. Ainda se esse sistema for implantado, minimizaria

também o tempo de limpeza e amarração da carga, pois ela já estará “amarrada” por conta das correntes que as envolvem.

O sistema de linga desejado para esta operação, seria uma linga do tipo “Laços de cabos de aço” como demonstrado na Figura 21 ou do modelo amarração em força, como demonstrado na Figura 22.



Figura 21. Linga do estilo: Laços de cabos de aço.



Figura 22. Linga estilo "amarração em força".

Além do novo sistema de carregamento, poderia ser viabilizada a substituição de algumas composições por outras mais leves, menores e mais novas, além da também substituição dos cavalos mecânico da marca Iveco por outros de capacidade e potência equivalente, além de uma distância entre eixos e um peso menores. Assim aumentando a capacidade de transporte de carga líquida.

Outro problema identificado foi o excesso de tempo na fila do carregamento em determinados momentos do dia, e em outros momentos um grande tempo ocioso por parte dos carregadores florestais. Isso se deve pela má distribuição dos horários de partida dos caminhões dos pontos de carga e descarga, já que alguns motoristas aguardam o término do carregamento de outros motoristas, a fim de juntos percorrem os trajetos de ida e volta, assim gerando filas nos momentos em que eles chegam aos pontos de carga e de descarga.

Se não houvesse esse problema, as filas nos pontos de carga seriam minimizadas, e os tempos ociosos dos carregadores florestais diminuiriam bruscamente.

Para o tempo perdido no reabastecimento dos caminhões, a solução encontrada seria que tal atividade poderia ser feita no campo, juntamente com os carregadores florestais, já que os mesmos já são abastecidos por lá, assim usando a garagem da empresa apenas para reparos e revisões quando necessário.

4.3 Resultados obtidos

Para se avaliar a operação como um todo, é necessário o detalhamento de cada parte do processo de transporte.

Na Tabela 14, observamos as médias dos tempos totais somados na operação de carregamento, a qual envolve as etapas de movimentações do carregador florestal para a carga do caminhão, o tempo esperado na fila pelo caminhão, ajustes da carga, além da amarração e limpeza da carga, dando em média um tempo de 33 minutos e 10 segundos ou 1989,15 segundos.

Tabela 14. Média diária do tempo total de carregamento de um caminhão.

Média geral do tempo de um carregamento [seg.]	
Tempo médio 14/10	1412,57
Tempo médio 16/10	2205,53
Tempo médio 21/10	2349,37
Tempo médio geral	1989,15

Além do tempo de carregamento, verificou-se também o tempo de descarga levado por cada caminhão, que girou em torno de 38 minutos, desde o momento em que ele entra carregado na fábrica, até o momento em que ele sai.

E o tempo total do deslocamento, entre a saída da porta da fábrica até a chegada na fazenda, e o deslocamento de volta da fazenda até a porta da fábrica, foi de 46 minutos para o trajeto de ida e de 1 hora, 33 minutos e 16 segundos para o trajeto de volta.

Após a verificação de todas essas situações, chegou-se a um resultado final do tempo total na operação do transporte secundário florestal atualmente, como demonstrado na Tabela 15.

Tabela 15. Tempo total da operação de transporte florestal atual.

Tempo Total da Operação	
Tempo carga (fazenda)	00h33min10seg
Tempo descarga (fábrica)	00h38min00seg
Tempo trajeto de ida	00h46min00seg
Tempo trajeto de volta	01h33min16seg
Tempo total operação	03h30min26seg

4.3.1 Comparativo do tempo de reabastecimento atual em relação ao proposto

Com uma análise sobre o resultado obtido, e considerando que, existem três turnos de trabalho por dia, com 8 horas cada turno, assim resultando em um ciclo de trabalho de 24 horas por dia, pode-se chegar a um montante de 6,85 viagens por dia, totalizando 41,1 viagens por semana, considerando uma semana com seis dias trabalhados e um dia de folga, porém, é necessário tirar uma hora por dia para o reabastecimento dos veículos da forma como é feito atualmente, obtendo então um tempo operacional efetivo de 23 horas por dia, já que todos os dias os veículos voltam à garagem da Binotto para reabastecimento, assim obtendo um montante de 6,50 viagens por dia, totalizando 39 viagens por semana de cada caminhão, assim chegando a uma perda de 2,1 viagens por semana. Considerando uma semana com sete dias trabalhados, que é o ocorrido atualmente, chega-se a 47,95 viagens por semana com o abastecimento feito no campo e 45,5 viagens por semana com o reabastecimento feito na garagem da Binotto, portanto havendo uma perda de 2,45 viagens por semana.

Considerando que de acordo com a Tabela 6, em cada viagem um bi-trem transporta em média 29.716 quilos, um tri-trem transporta em média 39.918 quilos e um rodo-trem transporta em média 40.857 quilos de madeira, ao final de cada semana com seis dias de trabalho, um bi-trem poderia transportar 62.403,6 quilos a mais, um tri-trem poderia transportar 83.827,8 quilos a mais e um rodo-trem poderia transportar 85.799,7 quilos a mais. Esses resultados são para apenas um caminhão por tipo de composição por semana. Já em uma semana com sete dias trabalhados, um bi-trem poderia transportar 72.804,2 quilos a mais, um tri-trem poderia transportar 97.799 quilos a mais e um rodo-trem poderia transportar 100.099,6 quilos a mais.

Considerando um mês com 4,22 semanas e a semana com seis dias trabalhados, um bi-trem poderia transportar 263.343,2 quilos de madeira a mais por mês, um tri-trem poderia transportar 353.753,3 quilos de madeira a mais por mês e um rodo-trem poderia transportar 362.074,7 quilos de madeira a mais por mês.

Portanto ao ano, um bi-trem poderia transportar 3.160.118,4 quilos de madeira a mais, um tri-trem poderia transportar 4.293.039,6 quilos de madeira a mais e um rodo-trem poderia transportar 4.344.896,8 quilos de madeira a mais, considerando uma semana com seis dias trabalhados e um mês com 4,22 semanas.

Considerando um mês com 4,22 semanas e a semana com sete dias trabalhados, um bi-trem poderia transportar 307.233,7 quilos de madeira a mais por mês, um tri-trem poderia

transportar 412.711,7 quilos de madeira a mais por mês e um rodo-trem poderia transportar 422.420,3 quilos de madeira a mais por mês.

Portanto ao ano, um bi-trem poderia transportar 3.686.804,4 quilos de madeira a mais, um tri-trem poderia transportar 4.952.540,4 quilos de madeira a mais e um rodo-trem poderia transportar 5.069.043,7 quilos de madeira a mais, considerando uma semana com sete dias trabalhados e um mês com 4,22 semanas.

4.3.2 Comparativo do tempo de carregamento atual em relação ao proposto

Após a avaliação da perda de produtividade dos veículos transportadores por conta do abastecimento feito no pátio da empresa Binotto, foram avaliados os possíveis ganhos de rendimento com a mudança do sistema de carregamento dos caminhões.

Atualmente, o tempo dessa operação leva em torno de 9 minutos e 32 segundos a 15 minutos e 56 segundos, dependendo da composição a ser carregada.

Com a implantação do novo sistema, levando em consideração o mesmo tempo de movimentação do guindaste em relação ao carregador florestal, também levando em conta o volume carregado para cada tipo de composição, chegou-se ao resultado demonstrado na Tabela 13. O tempo médio de carga seria em torno de 1 minuto e 41 segundos para cada uma das composições, considerando que cada garrada de um carregador florestal se igualaria a um carregamento da carga unitizada de 18 metros cúbicos carregados por um guindaste. Ainda se esse sistema for implantado, haverá também uma diminuição nos tempos de limpeza e amarração da carga, pois ela já estará “amarrada” e provavelmente com menos cascas e detritos para fora dos limites do caminhão, assim diminuindo também o tempo de limpeza da carga, essas atividades teriam diminuição em seus tempos por conta das correntes que já envolvem a carga. Com isso estimou-se uma diminuição de 60% no tempo de limpeza e amarração.

De acordo com a variação de volumes a serem carregados, obteve-se uma diferença de tempo da operação de no mínimo 7 minutos e 51 segundos, no máximo de 14 minutos e 15 segundos, portanto chegando a uma média de 11 minutos e 3 segundos, que é o tempo de diminuição na operação de carregamento de uma composição.

Com a implantação do novo sistema de carregamento, o tempo total que atualmente é de 877,06 segundos ou 14 minutos e 36 segundos, cairia para 350,82 segundos ou 5 minutos e 48 segundos em média. Assim, portanto, como demonstrado na Tabela 16, estima-se um novo

tempo total para a operação de transporte florestal, considerando-se o mesmo tempo em fila e o mesmo tempo de deslocamento que foram considerados na operação atual.

Tabela 16. Tempo total da operação de transporte florestal estimado.

Tempo Total da Operação	
Tempo carga (fazenda)	00h19min24seg
Tempo descarga (fábrica)	00h38min00seg
Tempo trajeto de ida	00h46min00seg
Tempo trajeto de volta	01h33min16seg
Tempo total operação	03h16min36seg

Portanto, de acordo com as Tabela 15 e 16, conforme demonstrado na Tabela 17, com as mudanças propostas, haveria uma diminuição de aproximadamente 13 minutos e 45 segundos no tempo total de operação do transporte florestal.

Tabela 17. Economia de tempo operacional na operação de transporte florestal.

Proposta de diminuição de tempo operacional	
Tempo total operação atual	03h30min26seg
Tempo total operação proposto	03h16min40seg
Economia de tempo operacional	00h13min45seg

A partir dessa proposta, pode-se chegar a mais uma melhoria no rendimento operacional para todo o processo de transporte de madeira, ao considerar que, o veículo já esteja sendo reabastecido na própria fazenda, assim conseguindo alcançar um rendimento operacional de 24 horas por dia, além de se considerar também uma semana com sete dias de trabalho, alcançando alguns resultados, como exposto na Tabela 18.

Tabela 18. Diferença entre o rendimento operacional do carregamento atual em relação ao novo sistema de carregamento proposto, porém com o reabastecimento já feito na própria fazenda.

Operação de transporte florestal atualmente (com reabastecimento feito na fazenda)						
	h trabalhadas/dia	Tempo operação	Viagens/dia	Peso transp.[kg]/viagem	Peso transp.[kg]/dia	Peso transp.[kg]/mês
Bi-trem	24	03h30min26seg	6,84	29.716,85	203.263,25	6.097.897,62
Tri-trem	24	03h30min26seg	6,84	39.918,33	273.041,38	8.191.241,32
Rodo-trem	24	03h30min26seg	6,84	40.857,50	279.465,30	8.383.959,00
Operação de transporte florestal proposta						
	h trabalhadas/dia	Tempo operação	Viagens/dia	Peso transp.[kg]/viagem	Peso transp.[kg]/dia	Peso transp.[kg]/mês
Bi-trem	24	03h16min40seg	7,32	29.716,85	217.527,34	6.525.820,26
Tri-trem	24	03h16min40seg	7,32	39.918,33	292.202,18	8.766.065,27
Rodo-trem	24	03h16min40seg	7,32	40.857,50	299.076,90	8.972.307,00
Diferença de rendimento operacional do sistema atual de carregamento em relação ao proposto (com reabastecimento feito na fazenda)						
	h trabalhadas/dia	Tempo operação	Viagens/dia	Peso transp.[kg] a mais/viagem	Peso transp.[kg] a mais/dia	Peso transp.[kg] a mais/mês
Bi-trem	24	03h16min40seg	7,32	29.716,85	14.264,09	427.922,64
Tri-trem	24	03h16min40seg	7,32	39.918,33	19.160,80	574.823,95
Rodo-trem	24	03h16min40seg	7,32	40.857,50	19.611,60	588.348,00

De acordo com a Tabela 18, verifica-se que ao mês pode-se obter um ganho de 497.922,94 quilos de carga líquida transportada para cada bi-trem, 574.823,95 quilos de carga transportada para cada tri-trem e 588.348,00 quilos de carga transportada para um rodo-trem. Assim ao final de cada ano, considerando uma semana trabalhada sete dias, considerando que o reabastecimento dos caminhões seja feito na própria fazenda enquanto eles são carregados, portanto obtendo-se uma produtividade operacional de 24 horas por dia, considerando um mês com 4,22 semanas e um ano com 12 meses, a capacidade de carga líquida transportada, será de 5.975.075,28 quilos a mais de carga líquida por ano para cada bi-trem, de 6.897.887,40 quilos a mais de carga líquida por ano para cada tri-trem e de 7.060.126 quilos a mais de carga líquida por ano para cada rodo-trem.

4.4 Rendimento operacional dos novos sistemas propostos

De acordo com os dados alcançados neste estudo, verificou-se um ganho de rendimento operacional considerável.

Considerando-se então, que o reabastecimento é feito na própria fazenda, portanto obtendo-se um ciclo de trabalho de 24 horas por dia para cada caminhão, considerando uma semana com sete dias trabalhados, considerando um mês com 4,22 semanas e considerando um ano com 12 meses, somando-se a diferença entre os sistemas atuais e propostos de reabastecimento e carregamento, chega-se ao seguinte resultado:

Para um bi-trem, o aumento em sua capacidade operacional seria de:
 $5.975.075,28 \text{ kg} + 3.686.804,40 \text{ kg}$, assim dando uma capacidade de 9.661.879,68 kg de carga líquida transportada por ano.

Para um tri-trem, o aumento em sua capacidade operacional seria de:
 $6.897.887,40 \text{ kg} + 4.952.540,40 \text{ kg}$, assim dando uma capacidade de 11.850.427,80 kg de carga líquida transportada por ano.

Para um rodo-trem, o aumento em sua capacidade operacional seria de:
 $7.060.126 \text{ kg} + 5.069.043,70 \text{ kg}$, assim dando uma capacidade de 12.129.169 kg de carga líquida transportada por ano.

4.5 Sugestão de mudança do tipo de composição

Ao analisar os tipos de composição utilizados pela empresa Binotto, foi constatado um grande número de composições do tipo rodo-trem, pois entrou em vigor uma nova lei, que

proíbe o tráfego de veículos com mais de duas articulações, como é o caso da composição do tipo tri-trem. Assim deve-se haver uma mudança do tipo de composição do tipo tri-trem para o tipo rodo-trem.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi alcançado, nele foram identificados alguns problemas como o reabastecimento de combustível dos caminhões, os tipos de composições e de cavalos mecânicos utilizados, além de sugerir uma melhoria no sistema de carregamento dos caminhões. Abaixo seguem tais situações exemplificadas.

- Reabastecimento de combustível dos caminhões: este problema foi identificado ao analisar todas as situações ocorrentes na operação do transporte secundário. Por conta de o reabastecimento ser feito na própria garagem da empresa Binotto, identificou-se uma perda de uma hora de trabalho efetivo por dia, totalizando ao final de cada semana uma diminuição de 2,1 viagens por semana, se considerada a semana com seis dias trabalhados e uma diminuição de 2,45 viagens por semana, se considerada a semana com sete dias trabalhados. Se o reabastecimento começar a ser feito na própria fazenda, com o caminhão tanque da própria empresa Binotto, ao mesmo tempo da operação de carregamento, o tempo efetivo de trabalho dos veículos passaria a ser de 24 horas por dia.
- Tipos de composições: este problema foi identificado a partir da análise do volume carregado de carga em cada caminhão. Por conta da capacidade legal de carga de cada veículo, por conta da existência de uma balança eletrônica na rodovia e por conta de um peso muito grande do cavalo mecânico, além de sua distância entre eixos ser muito grande, o volume transportado em cada veículo tem de ser reduzido na hora do carregamento, pois se carregado completamente, ao passar pela balança eletrônica rodoviária, o veículo excede o peso legal permitido, assim onerando em multa para o motorista e para a empresa. Assim também havendo uma redução da capacidade de carga a ser transportada em cada veículo.

- Sugestão de melhoria do sistema de carregamento: esta situação foi sugerida ao se analisar o sistema atual de carregamento, no qual existe uma grande quantidade de movimentações para sua realização completa. Sabendo-se que com uma unitização de carga há uma grande redução na quantidade de movimentações necessárias para se obter o mesmo resultado conseguido por um carregamento feito a granel, foi sugerida uma situação de carregamento de toras unitizadas, gerando uma considerável redução no tempo de carregamento.

Na tabela 19, estão demonstradas as variações da capacidade de transporte de carga do sistema atual em relação ao sistema proposto, considerando no sistema proposto todas as variáveis sugeridas, reabastecimento feito na própria fazenda e nova situação da operação de carregamento, porém com os mesmos veículos utilizados atualmente.

Tabela 19. Comparativo do rendimento operacional do sistema proposto em relação ao sistema atual.

Operação de transporte florestal atualmente						
	h trabalhadas/dia	Tempo operação	Viagens/dia	Peso transp. [kg]/viagem	Peso transp. [kg]/dia	Peso transp. [kg]/mês
Bi-trem	23	03h30min26seg	6,50	29.716,85	193.159,53	5.794.785,75
Tri-trem	23	03h30min26seg	6,50	39.918,33	259.469,15	7.784.074,35
Rodo-trem	23	03h30min26seg	6,50	40.857,50	265.573,75	7.967.212,50
Operação de transporte florestal proposta (reabastecimento feito na fazenda e novo sistema de carregamento)						
	h trabalhadas/dia	Tempo operação	Viagens/dia	Peso transp. [kg]/viagem	Peso transp. [kg]/dia	Peso transp. [kg]/mês
Bi-trem	24	03h16min40seg	7,32	29.716,85	217.527,34	6.525.820,26
Tri-trem	24	03h16min40seg	7,32	39.918,33	292.202,18	8.766.065,27
Rodo-trem	24	03h16min40seg	7,32	40.857,50	299.076,90	8.972.307,00
Diferença de rendimento operacional do sistema atual em relação ao sistema proposto						
	h trabalhadas/dia	Tempo operação	Viagens/dia	Peso transp. [kg] a mais/viagem	Peso transp. [kg] a mais/dia	Peso transp. [kg] a mais/mês
Bi-trem	24	03h16min40seg	7,32	29.716,85	24.367,82	731.034,51
Tri-trem	24	03h16min40seg	7,32	39.918,33	32.733,03	981.990,92
Rodo-trem	24	03h16min40seg	7,32	40.857,50	33.503,15	1.005.094,50
						Aumento produtividade [% / mês]
Composição						
Bi-trem						12,61%
Tri-trem						12,61%
Rodo-trem						12,61%

Após a verificação da Tabela 19, chega-se à conclusão de que com a implantação do novo sistema de carregamento, somado ao novo local de reabastecimento dos caminhões, o tempo efetivo de trabalho aumenta e o tempo de carregamento diminui, assim gerando um considerável aumento de produtividade operacional do sistema de transporte secundário de madeira. Portanto gerando melhorias no rendimento operacional tanto para a empresa Duratex S.A., que no caso é a contratante das prestações de serviço da empresa Binotto, quanto para a própria empresa Binotto S/A.

5.1 Proposta de trabalhos futuros

Neste trabalho, verificou-se que, além dos estudos já apresentados, outros aspectos parecem ser relevantes para trabalhos futuros e são cabíveis de um estudo pormenorizado, são eles:

- Um estudo sobre o melhor tamanho de tora a ser transportada por um rodo-trem; e
- Um estudo do centro de gravidade das composições envolvidas na operação de transporte secundário de madeira.

Ficando assim uma sugestão para futuros trabalhos sobre este setor.

REFERÊNCIAS

- BOTTER, R. C. et. al. **Projeto logístico de suprimento florestal para uma fábrica de celulose.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 4, Campinas, 1999. Coletânea... Viçosa. Editora SIF, 1999. p. 192-204.
- BRANDT, S. A. **Análise dos sistemas de transporte de carvão vegetal.** Viçosa. Editora SIF, 1984, 77 p.
- BRASIL. Resolução nº 188, de 25 de janeiro de 2006. **Código de trânsito brasileiro,** Poder Legislativo, Brasília, DF, 25 jan. 2006., 903 p.
- ISARD, Walter. *Introduction to Regional Science.* 1975. Lansing. Michigan States.
- LEITE, A. M. P. **Análise dos fatores que afetam o desempenho de veículos e o custo de transporte de madeira no distrito florestal do Vale do Rio Doce, MG.** Viçosa – MG: 1992. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa - UFV.
- MACHADO, C. C. **Colheita Florestal.** Viçosa, MG. Editora UFV, 2002. 468 p.
- MACHADO, C. C. **Exploração Florestal.** 4 ed. Viçosa, MG. Editora UFV, 1985. 60 p.
- MACHADO, C. C., LOPES, E. S., BIRRO, M. H. B. **Elementos Básicos do Transporte Florestal Rodoviário.** Viçosa, MG. Editora UFV, 2000. 167 p.
- MALINOVSKI, J. R. & FENNER, P. T. **Otimização do transporte de madeira roliça de Pinus spp.** Curitiba. Editora FUPEF/UFPR, 1986, 68 p.
- MARQUES, R. T. **Otimização de um sistema de transporte florestal rodoviário pelo método PERT / CPM.** Viçosa: 1994. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa - UFV.

MOURA, R. A., BANZATO, J. M. **Embalagem, Unitização e Containerização**. São Paulo. Editora Instituto IMAM, 2000. 354 p. vol. 3.

NOCE, R. et al. **Concentração das exportações no mercado internacional de madeira serrada**. Revista *Árvore*, v.29, n.3, p.431-437, 2005.

RACHE, M. A. M. **Mecânica Diesel**. Brasil. Editora Hemus, 2004. 536 p.

REZENDE, J. L.; FIEDLER, N. C.; MELLO, J. M.; SOUZA, A. P. **Análise técnica e de custos de métodos de colheita e transporte florestal**. Lavras. Editora UFLA, 1997. 50 p. Boletim Agropecuário, 22.

SEIXAS, F. **Uma metodologia de seleção e dimensionamento da frota de veículos rodoviários para o transporte principal de madeira**. São Carlos: 1992. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo / USP.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **Estatísticas: setor florestal brasileiro; dados sócio-econômicos**. Disponível em:

(http://www.sbs.org.br/setor_florestal.htm). Acesso em 27 de nov. de 2009.

STEIN, F. R.; RODRIGUES, L. A.; SCHETTINO, S. **Sistema de transporte rodoviário da Celulose Nipo Brasileira – CENIBRA**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 5., 2001, Porto Seguro. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade de Investigação Florestal, 2001. p.109-121.

Botucatu, 08 de dezembro de 2009.

Gustavo Henrique Stein

De Acordo

Érico Guerreiro

Botucatu, 08 de dezembro de 2009.

Bernadete Rossi B. Fantin