

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

HENRIQUE CRONTHAL MORO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FERRAMENTAS DE CONTROLE EM ATIVIDADES DE
INFRAESTRUTURA FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE CORONEL DOMINGOS
SOARES – PR

CURITIBA

2016

HENRIQUE CRONTHAL MORO

FERRAMENTAS DE CONTROLE EM ATIVIDADES DE
INFRAESTRUTURA FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE CORONEL DOMINGOS
SOARES – PR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências
Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como
requisito para a conclusão da disciplina ENGF006.

Orientador de Estágio: Prof. Dr. Júlio Eduardo
Arce

CURITIBA

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por permitir que esta jornada até aqui fosse trilhada com muita paz e inspiração naquilo em que amo fazer.

Aos meus pais, Marcio Luiz Moro e Maria Eliane Cronthal Moro, a união dos dois sempre foi e será um exemplo em minha vida e do meu querido irmão, Eduardo Moro, sendo essencial durante a realização deste trabalho.

Ao Curso de Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pelos: momentos únicos vividos, amizades construídas, e vivência com grandes mestres e profissionais.

Ao orientador do presente trabalho, Prof. Dr. Júlio Eduardo Arce, pelo apoio recebido durante a execução do estudo e todos os conselhos apesar das dificuldades impostas pela distância física.

Aos Professores Renato Cesar Gonçalves Robert e Ricardo Anselmo Malinovski, pelas contribuições e sugestões no trabalho e a inspiração pela área operacional durante toda a graduação.

Aos colegas de turma, por estarem sempre prontos a ajudar nos momentos difíceis, principalmente: Flávia Tussulini, João Ricardo Kotovicz e Paulo Henrique Corrêa, que além de colegas tornaram-se eternos amigos.

Agradeço especialmente à acadêmica Amanda Nodari, por todo o tempo dedicado à este trabalho e especialmente ao apoio como companheira em todos os momentos, bons e ruins vividos até aqui.

Agradeço especialmente aos profissionais: Bruno Baldissareli e Cesar Ferreira, da Reflorestadora Remasa, por apoiarem o período de coleta de dados e os profissionais: Roberto Baptista Nadal Junior e Cesar Gomes Vieira da Eldorado Brasil, por auxiliarem no processo de amadurecimento profissional durante o período de estágio.

RESUMO

No Brasil pelo menos 1,3 milhões de quilômetros de estradas, correspondem a vias sem pavimentação. A construção e manutenção de estradas não pavimentadas pode representar de 6 à 10% do custo unitário da madeira, em projetos florestais. A importância da infraestrutura viária no setor tem apresentado carência por estudos de rendimento e planejamento detalhado visando reduzir os custos operacionais. O estudo realizado em uma unidade produtiva no município de Coronel Domingos Soares – PR, teve como objetivo: caracterizar regimes de construção e manutenção de estradas utilizados na área, determinar os rendimentos de cada operação realizada e finalmente criar um programa de gerenciamento de informações de infraestrutura florestal. As caracterizações de regimes e rendimentos foram realizadas através de estudos de tempo e movimento e análises de produtividade de seis equipamentos, entre eles: retroescavadeiras, tratores de esteira e caminhões caçamba. A intensidade amostral das avaliações foi dimensionada afim de representar a performance real dos equipamentos, as 76 avaliações realizadas permitiram a determinação dos rendimentos individuais e caracterização de cada regime de construção e manutenção utilizado. As análises do processo apontaram ganhos significativos em decisões estratégicas, tais como: utilização de dois tratores de esteira com características diferentes, visando ganhos significativos na qualidade das vias; a utilização de retroescavadeiras de maior tamanho de concha e robustez dos componentes afim de diminuir o tempo médio de compressão do cascalho na operação de espalhe de cascalho; elevada correlação entre velocidade média dos caminhões caçamba com abastecimento de cascalho no trecho. O elevado fluxo de informações geradas propiciou a criação de um programa de gestão de operações em estradas florestais, o PRIF – programa de rendimento em infraestrutura florestal, propicia ao gestor da unidade: alimentar o sistema com informações de serviços realizados, analisar rendimentos antes de efetuar o pagamento de cada empreita e criar prognose de performances para serviços futuros.

Palavras chave: Controle, Estradas florestais, programa de gestão de rendimentos.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRADA FLORESTAL UTILIZADA NO ESCOAMENTO EM CEL. DOMINGOS SOARES –PR	16
FIGURA 2 A- MANUTENÇÃO DE RAMAL; B - MANUTENÇÃO DE ESTRADA CASCALHADA; C - ESPALHAR CARGA DE CASCALHO (ALTERAÇÃO DE COEFICIENTE DE COMPACTAÇÃO DA VIA); D - CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CASCALHO.....	17
FIGURA 3 - QUADRO DE METODOLOGIAS DE ANÁLISE UTILIZADAS PARA CADA EQUIPAMENTO.	20
FIGURA 4 - A - MEDIÇÃO DE ÁREA AVALIADA; B - CONTROLE DO TEMPO DESPRENDIDO NA OPERAÇÃO; C - CONTROLE DE ÁREA REALMENTE PRODUZIDA; D - ANÁLISE DE QUALIDADE DA OPERAÇÃO FINALIZADA.....	21
FIGURA 5 - EXEMPLO DE ESTUDO DE TEMPO E MOVIMENTO DE TEMPO CONTÍNUO.	23
FIGURA 6 - SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE VIA - A) RASPAGEM DE RAMAL TRATOR D50; B) CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CASCALHO - MERCEDES; C) ESPALHE DE CARGA – RD406ADV; D) COMPACTAÇÃO DO LEITO E MANUTENÇÃO DE SARJETAS – D51 EX-22	25
FIGURA 7 - MAPA TEMÁTICO - EXTRAÇÃO DE CASCALHO	32
FIGURA 8 - CAPA DO PROGRAMA - PRIF	33
FIGURA 9 - INTERFACE DO PROGRAMA.....	33
FIGURA 10 – PAINEL INTERATIVO - PRIF	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARATIVO DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – RETROESCAVADEIRAS.....	19
TABELA 2 - OPERAÇÕES REALIZADAS POR EQUIPAMENTO.....	25
TABELA 3 – INDICADORES DE PRODUTIVIDADE - RETROESCAVADEIRA.....	27
TABELA 4 - INDICADORES DE PRODUTIVIDADE - TRATOR DE ESTEIRA (MANUTENÇÃO DE RAMAL).....	28
TABELA 5 - INDICADORES DE PRODUTIVIDADE CAMINHÃO.....	30
TABELA 6 - RAIÓ ÓTIMO DE EXTRAÇÃO DE CASCALHO.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - CICLO OPERACIONAL DE OPERAÇÕES COM RETROESCAVADEIRA.....	26
GRÁFICO 2 - PRODUTIVIDADE (M ² /HORA) - MANUTENÇÃO DE RAMAL.....	29
GRÁFICO 3 – VELOCIDADE MÉDIA DOS CAMINHÕES CAÇAMBA EM OPERAÇÃO.....	30
GRÁFICO 4 - CORRELAÇÃO ENTRE DISTÂNCIA E NÚMERO DE CARGAS TRANSPORTADAS À FRENTE DE TRABALHO.....	31
GRÁFICO 5 - CURVA DE CUSTO UNITÁRIO - MANUTENÇÃO DE RAMAL (R\$/M ²).....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 DEFINIÇÃO DE INFRAESTRUTURA FLORESTAL.....	12
3.2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE INFRAESTRUTURA.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	15
4.1.1 <i>Região de estudo</i>	15
4.1.2 <i>Regime de Construção e Manutenção de Estradas</i>	16
4.2 EQUIPAMENTOS ANALISADOS.....	18
4.2.1 <i>Retroescavadeiras</i>	18
4.2.2 <i>Tratores de Esteira</i>	19
4.2.3 <i>Caminhões caçamba</i>	19
4.3 MÉTODOS DE ANÁLISE	20
4.4 CRIAÇÃO DO PRIF – PROGRAMA DE RENDIMENTO EM INFRAESTRUTURA FLORESTAL.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5.1 REGIME DE CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS.....	24
5.2 RENDIMENTOS INDIVIDUAIS	26
5.2.1 <i>Retroescavadeiras</i>	26
5.2.2 <i>Tratores de Esteira</i>	27
5.2.3 <i>Caminhões Caçamba</i>	29
5.3 PRIF – PROGRAMA DE RENDIMENTO EM INFRAESTRUTURA FLORESTAL.....	32
6. CONCLUSÕES	36
7. RECOMENDAÇÕES.....	37
8. ANEXO	38
9. REFERÊNCIAS.....	39

1. INTRODUÇÃO

Estradas florestais são representadas, desde que se existem relatos da existência da vida humana. Inicialmente, apareciam apenas como trilhas e caminhos dentro da floresta, transcorrendo e evoluindo através das maiores civilizações da antiguidade e sendo rapidamente notadas como indicadores no processo evolutivo social. Antes mesmo do surgimento da roda - em 3000 A.c -, egípcios já construíam vias que ligavam povoados (Machado, 1989). As técnicas de construção de estradas, evoluíram nos grandes impérios antigos como: Egípcios, Romanos, Persas e Chineses, e foram essenciais para o estabelecimento das civilizações e evolução da sociedade.

No Brasil, a construção de estradas foi iniciada com a descoberta da trilha indígena de Peabiru, no ano de 1524. Apenas em 1922, com o desenvolvimento da Lei Jappert 8.463 de incentivo a construção de estradas, recursos financeiros foram providenciados a fim de trazer progresso para o setor de infraestrutura rodoviária.

A expansão de comunidades está diretamente atrelada ao aumento quantitativo e qualitativo da malha viária regional, visto que as estradas são elementos de alto valor para as regiões onde estão inseridas. Segundo Correa et al. (2006), a rede viária de uso florestal é composta de diversas vias de acesso, cuja finalidade é atender as necessidades de transporte de cargas e serviços, bem como as atividades de prevenção e combate a incêndios. No setor produtivo, conseqüentemente, as estradas florestais são elementos determinantes na viabilidade de projetos. Segundo Carvalho (1990), uma rede viária bem construída e adequada otimiza o transporte florestal, reduz os custos operacionais e garante o abastecimento fabril. Para parte representativa das empresas florestais, que dependem de vias com qualidade para o escoamento de sua produção, o cálculo do custo da infraestrutura alocada culmina na análise de viabilidade do projeto florestal.

Segundo dados da Confederação Nacional de Transporte (2013), o Brasil apresenta aproximadamente 1.548.402 quilômetros de estradas sendo que, destes,

apenas 220.370 quilômetros (14%) correspondem a estradas pavimentadas. Os 86% restantes (cerca de 1.364.025 quilômetros) das estradas do país referem-se às estradas sem pavimentação.

Segundo Malinovski (2013), para empresas que adotam como premissa a maior parte da produção estar alocada em estradas cascalhadas, o custo da infraestrutura viária flutua entre 6 e 10% do custo da madeira produzida. Os custos em projetos de infraestrutura florestal estão distribuídos, em média, na seguinte proporção: 10% de custos com planejamento, 20 % de custos com projeto de drenagem, que deverão proteger as partes mais caras do investimento, cerca de 30 % dos custos com terraplenagem e 40 % dos custos com projeto de pavimentação (INPACEL, 2001).

Erros no dimensionamento da malha viária podem elevar drasticamente o custo de transporte e extração de madeira, podendo inviabilizar projetos. Apesar da alta relevância da infraestrutura florestal, em boa parte das empresas, estradas não recebem um investimento de análise e planejamento técnico como deveriam. A ausência de planejamento prévio implica em atropelos das atividades de infraestrutura, gerando má qualidade da via construída ou reformada. Por sua vez, não conhecer os rendimentos das operações de construção e manutenção de estradas culmina no descontrole do processo, podendo gerar custos elevados.

O controle de rendimentos individuais em operações com estradas florestais é de grande relevância para o processo florestal. A ausência de ferramentas e parâmetros de apoio a áreas de infraestrutura florestal está atrelada à diversidade nas atividades de planejamento e construção de estradas florestais no Brasil, podendo-se destacar as diferentes condições edafoclimáticas, circunstâncias ambientais, cenários econômicos e conjunturas sociais, culminando em processos de formação de infraestrutura totalmente diferentes.

Para que ocorra o controle e consequente otimização dos processos de construção e manutenção de estradas florestais, conhecer os parâmetros que influenciam a performance dos equipamentos é fundamental. Porém, o alcance do conhecimento de tais parâmetros demanda a observação extensiva das operações, através de estudos de tempo e movimento e análises de produtividade de elementos operacionais.

Isto posto, torna-se relevante a criação de ferramentas que possibilitem o controle de atividades de infraestrutura, a fim de fomentar a gestão e monitoramento operacional e evitar possíveis desvios nas etapas citadas anteriormente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi a elaboração de uma ferramenta de controle para parâmetros operacionais na construção e manutenção de estradas florestais para uma empresa de base florestal localizada no município de Coronel Domingos Soares-PR.

2.2 Objetivos específicos

- a) Analisar o regime de construção e manutenção de estradas, visando determinar os rendimentos destas operações.
- b) Determinação de custos unitários de cada operação de construção e manutenção de vias florestais.
- c) Caracterização do Regime de construção e manutenção de estradas na unidade avaliada.
- d) Discussão de fatores influentes nas operações de cada equipamento analisado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Definição de Infraestrutura florestal

Sintetizar Infraestrutura Florestal em alguns termos técnicos, é uma tarefa complicada. Para alguns autores, estradas florestais possuem caráter social representativo nas regiões onde estão alocadas. Segundo Malinovski et al. (2004), estradas florestais são um tipo de investimento que deve atender de forma

abrangente aos aspectos sociais, apresentando exequibilidade técnica, definidas através do melhor traçado com o menor custo de implantação e manutenção, com vistas a reduzir os efeitos danosos ao ambiente. Braz (1997) conceitua rede viária florestal como estruturas ou formas fundamentais de caminhos lançados sobre uma área florestal com relação a união ou ligações entre si.

Algumas definições voltadas a terminologias técnicas, conceituam a função de estradas florestais. Correa et al. (2006) citam que a rede viária de uso florestal é composta de diversas vias de acesso, cuja finalidade é atender as necessidades de transporte de cargas e serviços, bem como as atividades de prevenção e combate a incêndios. As áreas de reflorestamento devem apresentar uma rede viária básica com boas condições de trafegabilidade, de forma a permitir a implantação e manutenção do povoamento.

Infraestrutura florestal é o conjunto de estradas florestais e obras de arte (bueiros, caixas de contenção, sarjetas, sarjetas e etc....), que conectam áreas de vocação florestal, possuindo relevância socioeconômica nas regiões onde estão inseridas e atendendo as necessidades operacionais do setor de produção florestal.

A importância econômica da infraestrutura florestal para o setor de produção madeireira, também é conceituada por alguns autores. Barbosa (2004) comenta que as estradas de uso florestal no Brasil são a base da atividade madeireira, permitindo o tráfego de mão-de-obra e dos meios de produção necessários para implantação, proteção, colheita e transporte de madeira e, ou, produtos florestais. Estradas florestais têm como principais características o baixo volume de tráfego, às vezes temporário, e o tráfego pesado e extrapesado, ocorrendo normalmente em um único sentido, por meio de veículos com capacidade de carga entre 30 e 40 toneladas.

Considerando valores tão representativos do ponto de vista produtivo, e a relevância econômica para grandes empresas do setor, torna-se irrefutável a necessidade da realização de estudos de planejamento e controle de estradas florestais.

3.2 Planejamento e Controle de Infraestrutura

Schneider (2009), afirma que o planejamento faz uma comparação entre a situação atual e a situação desejada, traçando a partir daí as estratégias para a execução das atividades, ordenando e organizando-as dentro de um determinado período do tempo, visando atingir a meta econômica.

Para Arce (1997), o planejamento florestal principal requer decisões racionais, levando em consideração a disponibilidade de veículos, os produtos a serem transportados, as rotas a serem utilizadas, os horários de trabalho dos caminhões, os pontos de produção ou clientes, entre outras variáveis.

Correa e Malinovski (2006) enfatizam a importância do planejamento da logística nas operações florestais, desde a implantação das florestas, construção, adequação e manutenção das estradas, visto que o principal objetivo é a garantia de escoamento adequado da madeira produzida com o menor custo possível.

O planejamento da malha viária florestal deverá estar fundamentado por projetos adequados, visando reduzir possíveis erros ou falhas na construção, pois quanto melhor for a qualidade da estrada (padrão de construção), menores serão os custos de manutenção da rede viária. Esse planejamento deverá contemplar a qualidade e a funcionalidade das estradas no que se refere ao transporte de pessoas e produtos da floresta durante o período planejado de uso. (Correa et al 2006).

Para o correto planejamento das estradas de uso florestal, de acordo com Machado e Malinovski (1987), deve ser elaborado considerando aspectos técnicos, econômicos, ecológicos, silviculturais e jurídicos.

Iniciado no escritório com o auxílio de fotos aéreas e plantas planialtimétricas, é comum fazer-se um planejamento global da rede viária e executá-lo em duas etapas. A primeira, por ocasião da implantação e a segunda, chamada de complementar, por ocasião da colheita (Malinovski; Perdocini, 1990). Dietz (1983) detalha ainda mais o planejamento de rede viária, propondo as seguintes etapas: aquisição de informações; delimitação da área escolhida; determinação dos pontos cardeais; planejamento dos corredores de acesso e faixas de interesse; traçado das linhas de orientação e comparação das variantes da rede viária.

A fim de compilar informações relevantes para um bom planejamento, o conhecimento de controles praticáveis é fundamental. Para Burla (2008), o

conhecimento dos custos operacionais de uma máquina é uma etapa de fundamental importância para o planejamento e o controle da sua utilização. Sendo os principais fatores de influência nestes custos: a eficiência operacional e a jornada de trabalho. Em concordância com Burla, Machado (1984), afirma que o controle de custos operacionais é essencial na organização de um empreendimento, influenciando sobre os rendimentos, condições de trabalho, aproveitamento da mão de obra e da máquina.

Para a avaliação da eficiência de um sistema de produção há dois parâmetros básicos: produtividade e custos, porém, outros aspectos relacionados à conservação do ambiente e condições de trabalho são de extrema importância. A avaliação de eficiência de sistemas, controle de produtividades e custos, é melhor executada quando realizada *in loco*, ou seja, no campo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização do estudo

Para o entendimento do presente trabalho e a relevância das informações geradas, a caracterização do estudo foi segmentada nos itens: Região de estudo, terminologias aplicadas, regime de construção e manutenção de estradas e equipamentos analisados.

4.1.1 Região de estudo

O presente estudo foi conduzido na área de uma empresa de reflorestamento, localizada no município de Coronel Domingos Soares – PR, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2016.

As análises apresentadas neste trabalho, bem como as ferramentas geradas para controle de infraestrutura florestal, foram customizadas para a operação de produção de madeira de *Pinus spp* na região de Coronel Domingos Soares – PR.



FIGURA 1 - ESTRADA FLORESTAL UTILIZADA NO ESCOAMENTO EM CEL. DOMINGOS SOARES –PR
FONTE: O AUTOR (2016)

Localizado na região Sul do estado do Paraná, a altitude média do município de Coronel Domingos Soares é de 1099 metros e pluviosidade média de 1954 mm. Estes fatores caracterizam, segundo Koopen, uma formação climática Cfb. A formação edáfica da região apresenta textura argilosa e pedregosidade ocorrendo de forma moderada a extremamente pedregosa. O relevo varia de suave ondulado a montanhoso com o predomínio de ondulado.

As características edafoclimáticas da região possibilitaram o surgimento de áreas com vocação florestal e aptas ao cultivo de *Pinus spp.* Desde meados do século XX, a região sul do Paraná destacava-se pela exploração de madeira. A partir de 1970 as serrarias antes abastecidas por Araucárias (*Aracucária angustifolia*), Imbuías (*Ocotea porosa*) e Perobas (*Aspidosperma polyneuron*), passaram a utilizar como matéria prima a madeira proveniente de reflorestamentos de *Pinus taeda*. Em pouco tempo a região com aptidão florestal tornou-se um polo da indústria de laminados e serrarias.

4.1.2 Regime de Construção e Manutenção de Estradas

O sistema de produção na área de estudo, bem com as condições climáticas na região, demandam uma infraestrutura viária de qualidade. Diferentemente de empresas onde a base florestal abastece pátios fabris próprios, qualquer atraso no escoamento da produção dentro da unidade, culmina no déficit fabril de clientes na região de Palmas e Coronel Domingos Soares.

Visando evitar problemas com escoamento da produção florestal, as operações de infraestrutura contempladas na área são: construção de estradas, manutenção de ramais e estradas vicinais, extração e transporte de cascalho e serviços de apoio. Para a realização destes serviços três prestadores de serviços alocam seus equipamentos de infraestrutura florestal na área.

Na figura 02 destaca-se algumas das operações de infraestrutura contempladas neste trabalho:



FIGURA 2 A- MANUTENÇÃO DE RAMAL; B - MANUTENÇÃO DE ESTRADA CASCALHADA; C - ESPALHAR CARGA DE CASCALHO (ALTERAÇÃO DE COEFICIENTE DE COMPACTAÇÃO DA VIA); D - CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CASCALHO.

FONTE: O AUTOR (2016)

A demanda por qualidade da via está diretamente relacionada ao tipo de veículo que irá transitar e o fluxo de carga diário. Portanto a composição veicular de carga de cada veículo utilizado para escoamento de produção da área é apresentada a seguir com base na portaria 86, emitida pelo CONTRAN (2006):

Bitrem - Bitrem pode ser descrito como um conjunto formado por 3 veículos, sendo um veículo trator com 3 eixos, um semi-reboque de 2 eixos com uma 5ª roda na traseira de seu chassi e mais um segundo semi-reboque de 2 eixos. Este conjunto tem Peso Bruto Total Combinado – PBTC de 57 t, uma capacidade de carga líquida de aproximadamente 37 t e 7 eixos no total.

Romeu e Julieta (4 eixos) - pode ser descrito como um conjunto formado por 2 veículos, sendo um veículo trator com 3 eixos e um reboque de 4 eixos. Este conjunto tem Peso Bruto Total Combinado – PBTC de 57 t, uma capacidade de carga líquida de 37 t aproximadamente e 7 eixos no total.

4.2 Equipamentos Analisados

O conjunto de seis equipamentos contemplados no estudo, são analisados a fim de salientar as divergências entre os equipamentos, que culminam em escolha de diferentes equipamentos para a realização de operações semelhantes.

4.2.1 Retroescavadeiras

As duas retroescavadeiras utilizadas na unidade estudada, diferem bastante em relação há alguns aspectos mecânicos por serem equipamentos de fabricantes distintos e modelos diferentes.

A retroescavadeira da Massey Ferguson MF86HS, trata-se de um equipamento de cabine simples com menor potência hidráulica quando comparado ao equipamento da Random. Todavia RD406DV é uma retroescavadeira de modelo inovador, cabine fechada, traçada e de alta potência hidráulica.

Na tabela 01, são destacadas as diferenças técnicas de cada equipamento:

TABELA 1 - COMPARATIVO DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – RETROESCAVADEIRAS

	RD406ADV	MF86HS
Potência Líquida à 2200 RPM (HP)	84	56
Cilindrada	4,31	3,86
Tração	Tração do eixo dianteiro	Sem tração
Fluxo hidráulico à 2200 RPM (L/min)	114	104
Pressão geral de alívio (bar)	210	175
Capacidade caixa de carga na retro (m ³)	1	0,765

FONTE: O AUTOR (2016)

4.2.2 Tratores de Esteira

Os tratores de esteira utilizados na área estudada são fabricadas pelo mesmo fornecedor. Entretanto os equipamentos referem-se a um modelo recente (D51-Komatsu) e um modelo antigo (D50 – Komatsu).

O trator D50 foi historicamente utilizado na construção de estradas em todo o país, porem o posicionamento da lâmina frontal do equipamento é fixo e inalterável por nenhum comando na cabine. Para a alteração da inclinação axial da lâmina o operador precisa desligar o equipamento e realizar uma inclinação através do processo de torque no cilindro hidráulico. Este processo obriga o operador a trabalhar durante muito tempo com a mesma inclinação da lâmina, dificultando o alcance de elevados parâmetros de qualidade da via construída ou reformada.

O trator D51EX, apresenta comandos eletroeletrônicos no joystick, diferentemente dos comandos manuais das manivelas do D50. Através de simples toques no joystick, alterações de inclinação podem ser realizadas.

4.2.3 Caminhões caçamba

Os caminhões caçamba estudados, são equipamentos muito similares, sendo as divergências entre especificações técnicas, pouco influentes nos

rendimentos encontrados durante o estudo. Acredita-se que equipamentos com a flexibilidade de marchas reduzidas e tração atendem amplamente o tipo de operação analisada.

4.3 Métodos de análise

Visando determinar indicadores de controle que pudessem fornecer informações relevantes para a empresa, a escolha de metodologias para avaliar operações e equipamentos de infraestrutura considerou a dinamicidade e características de cada ciclo operacional.

Diferentemente de operações de silvicultura e colheita, boa parte dos equipamentos utilizados em infraestrutura florestal são polivalentes. Portanto, a flexibilidade de um mesmo equipamento em diferentes operações caracteriza ciclos produtivos complexos.

A partir da dificuldade em determinar ciclos operacionais organizados sequencialmente para a realização de estudos de tempo e movimento, algumas operações foram analisadas através de análises de produtividade.

Na figura 03 a seguir, é possível observar todos os equipamentos de infraestrutura analisados e a metodologia de avaliação utilizada em cada equipamento.



FIGURA 3 - QUADRO DE METODOLOGIAS DE ANÁLISE UTILIZADAS PARA CADA EQUIPAMENTO.

FONTE: O AUTOR (2016)

4.3.1 Análise de Produtividade

A análise de rendimento foi a metodologia utilizada para avaliar operações e equipamentos onde o ciclo produtivo não era homogêneo ou o número de elementos do ciclo não era suficiente para a aplicação de estudos de tempo e movimento. Esta metodologia foi utilizada nas operações com tratores de esteira e caminhões caçamba.

Operações com trator de esteira raramente apresentam elementos do ciclo produtivo organizados sequencialmente. Isto deve-se à este equipamento realizar serviços complexos sincronicamente. Tratores de esteira, por exemplo, na operação de construção de ramal, realizam diversas atividades simultâneas distribuídas heterogeneamente dentro do ciclo operacional, tais como: delimitação de sarjeta com lateral da lâmina, correção transversal do leito principal da via e compactação do trecho.

Na figura 04 é possível observar os parâmetros utilizados para analisar a produtividade em operações com trator de esteira.

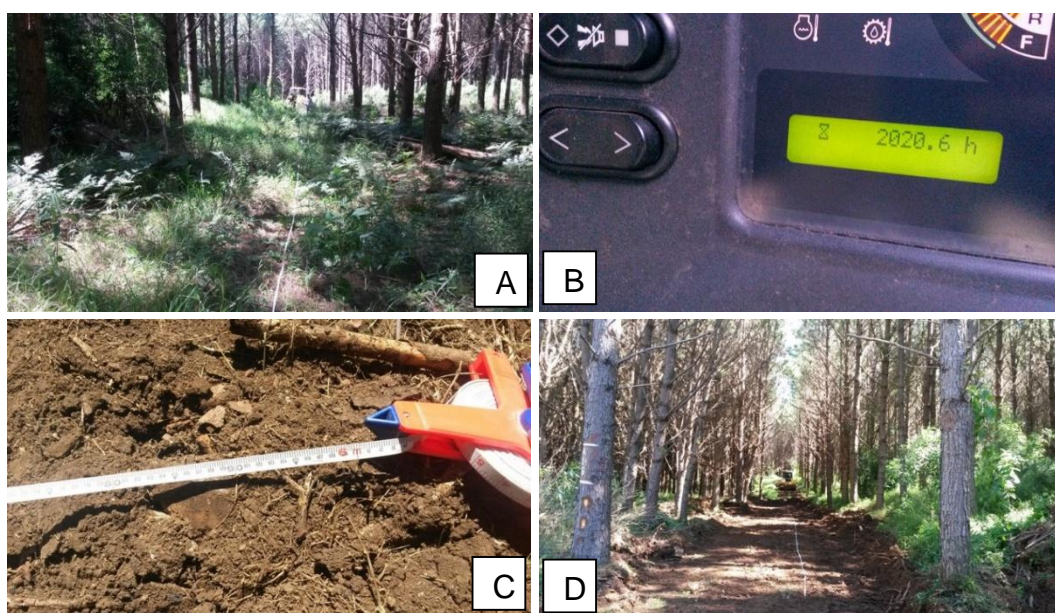


FIGURA 4 - A - MEDIÇÃO DE ÁREA AVALIADA; B - CONTROLE DO TEMPO DESPRENDIDO NA OPERAÇÃO; C - CONTROLE DE ÁREA REALMENTE PRODUZIDA; D - ANÁLISE DE QUALIDADE DA OPERAÇÃO FINALIZADA.

FONTE: O AUTOR (2016)

A operação de transporte de cascalho, realizado pelos caminhões caçamba, também foi avaliada por análises de produtividade. Neste caso, a utilização desta metodologia foi a opção mais viável de análise em função de o ciclo operacional possuir baixo número de elementos operacionais e o equipamento não possuir tempo ocioso durante a jornada.

4.3.2 Estudos de Tempos e Movimentos

As operações com retroescavadeira caracterizam-se por serem atividades com elementos produtivos bem definidos dentro de um ciclo, ocorrendo sequencialmente e de forma organizada. Em operações onde o ciclo operacional é homogêneo, a aplicação de estudos de tempo e movimento de tempo contínuo possibilita um entendimento amplo da influência dos elementos operacionais.

Para a realização das análises de tempos e movimentos realizadas, a metodologia de Tempos Contínuos foi selecionada, por apresentar a possibilidade de contabilizar o tempo exato da duração de cada atividade do ciclo. Neste tipo de avaliação, os produtos principais do estudo são valores de tempos reais de cada atividade. A partir deste tipo de análise é possível determinar o tempo exato de cada ciclo. Como exemplo na figura 05 a seguir é possível observar a planilha de amostragem utilizada para a realização dos estudos de tempo e movimento de tempo contínuo.

ETMTC - Espalhar carga (Retroescavadeira)					
Operador	Ricardo Teixeira	MOVIMENTOS	QUANTIDADE	TOTAL	% tempo
Objetivo	Definição de ciclo RD 406 ADV				
Equipamento	RD406ADV	Compressão com Pneu	25, 27, 30, 15, 12, 31,18, 22, 24, 20, 11.	225	17,05
Fazenda	Estrela Zugman				
Compartimento	8	Comprimindo	156, 147, 101	404	30,61
Hora início	14:34 horas				
Avaliador	Henrique	Espalhando	96, 34, 52, 78, 60	320	24,24
Data	23-fev-16				
Talhão	14				
Declividade	Baixa				
Hora final	14:56 horas	Espalhando com Pá frontal	96, 38, 17	146	11,06
Total tempo	22,00 minutos				
Produção	01 carga do Volvo VM.	Posicionando	42, 96, 57, 30	225	17,05
OBSERVAÇÕES					
Operador experiente, porém condição climática desfavorável.		Outros		0	0,00
		TOTAIS		1320	100,00

FIGURA 5 - EXEMPLO DE ESTUDO DE TEMPO E MOVIMENTO DE TEMPO CONTÍNUO.

FONTE: O AUTOR (2016)

A representatividade amostral dos estudos de tempo e movimento, foi alcançada, baseada no número de observações mínimas necessárias para o alcance de um erro de 5%, metodologia esta proposta por Barnes (1968), utilizando a seguinte fórmula:

$$n \geq \frac{t^2 \times CV^2}{E^2}$$

Em que: n = número mínimo de ciclos necessários; t = valor de t para o nível de probabilidade desejado e (n - 1) graus de liberdade; CV = coeficiente de variação, em porcentagem; E = erro admissível, em porcentagem.

Após definidos os ciclos mínimos necessários para cada máquina, procedeu-se ao estudo de tempos e movimentos em todos os turnos de trabalho.

4.4 Criação do PRIF – Programa de Rendimento em Infraestrutura Florestal

Para a criação da ferramenta de gestão, PRIF – Programa de rendimento em Infraestrutura Florestal, foi essencial a determinação dos rendimentos individuais encontrados e caracterização dos regimes de construção e manutenção de estradas utilizados.

A ideia da criação deste programa foi tornar possível a geração de um sistema capaz de: Armazenar informações de rendimento e performance de equipamentos, compilar indicadores de produtividade gerando relatórios dinâmicos, possibilitar a realização de uma gestão diária do regime de construção e manutenção de estradas e embasar decisões estratégicas embasadas em estudos operacionais.

Para a criação do programa foi utilizada a linguagem de programação em Visual Basic, tendo em vista que o programa realiza diversas rotinas simultâneas e apresenta elementos gráficos para relatar as análises realizadas.

O BASIC (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) foi desenvolvido por Thomas E. Kurtz e John G. Kemeny, membros do departamento de matemática de Dartmouth, em 1963.

Deve-se salientar que o elevado fluxo de informações geradas através de estudos de tempo e movimentos e análises de produção, foi o que propiciou a criação de uma banco de dados extenso.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Regime de construção e manutenção de estradas florestais.

A comparação entre rendimentos de equipamentos só é possível para máquinas que realizam o mesmo tipo de serviço. A determinação do regime de manutenção e construção utilizado consiste no agrupamento de operações a fim de gerar o produto final: estrada florestal de qualidade.

Neste estudo, comparativos e discussões entre os parâmetros coletados serviram para a determinação de sistemas mais produtivos, destacando vantagens e desvantagens da escolha de cada equipamento para a realização das operações.

Na tabela 02, são apresentadas todas as operações realizadas pelo modal utilizado na área de estudo:

TABELA 2 - OPERAÇÕES REALIZADAS POR EQUIPAMENTO.



	Trator de Esteira	Retroescavadeira	Caminhão Caçamba
OPERAÇÕES	Limpeza de ramal	Espalhar e comprimir carga	Transporte de Cascalho
	Abaulamento da via	Limpeza de caixas de contenção	-
	Construção de sarjetas	Limpeza de Sarjetas	-
	Espalhar e comprimir carga	Desagregar Cascalho	-
	Abertura/construção de estrada	Carregar Caçamba	-

FONTE: O AUTOR (2016)

Após a determinação das operações apresentadas na tabela 02, parte-se da premissa em que cada tipo de equipamento realiza diferentes operações, entretanto modelos diferentes do mesmo equipamento podem ser combinados dentro do regime de manutenção e construção estudado.



FIGURA 6 - SISTEMA DE MANUTENÇÃO DE VIA - A) RASPAGEM DE RAMAL TRATOR D50; B) CARREGAMENTO E TRANSPORTE DE CASCALHO - MERCEDES; C) ESPALHE DE CARGA – RD406ADV; D) COMPACTAÇÃO DO LEITO E MANUTENÇÃO DE SARJETAS – D51 EX-22

FONTE: O AUTOR (2016)

Customizações entre qual modelo de equipamento utilizar para atingir produtividade e cumprir metas de custo individual, são as questões que os próximos itens irão discutir.

5.2 Rendimentos individuais

Os parâmetros de rendimento e performance coletados, em cada equipamento analisado, foram agrupados para discussão em três grupos de máquinas: Retroescavadeira, trator de esteira e caminhão caçamba. Para cada equipamento serão apresentados alguns resultados encontrados, bem como discussões cabíveis a cada operação observada.

5.2.1 Retroescavadeiras

As análises em operações com retroescavadeira são provenientes de 22 avaliações de estudo de tempo e movimento. A distribuição de amostragens por operação foi de: Espalhar carga - 13, carregamento – 06 e desagregar – 03.

Avaliando-se o ciclo operacional das retroescavadeiras, foi possível determinar a duração de cada elemento, como pode ser observado no gráfico 01.

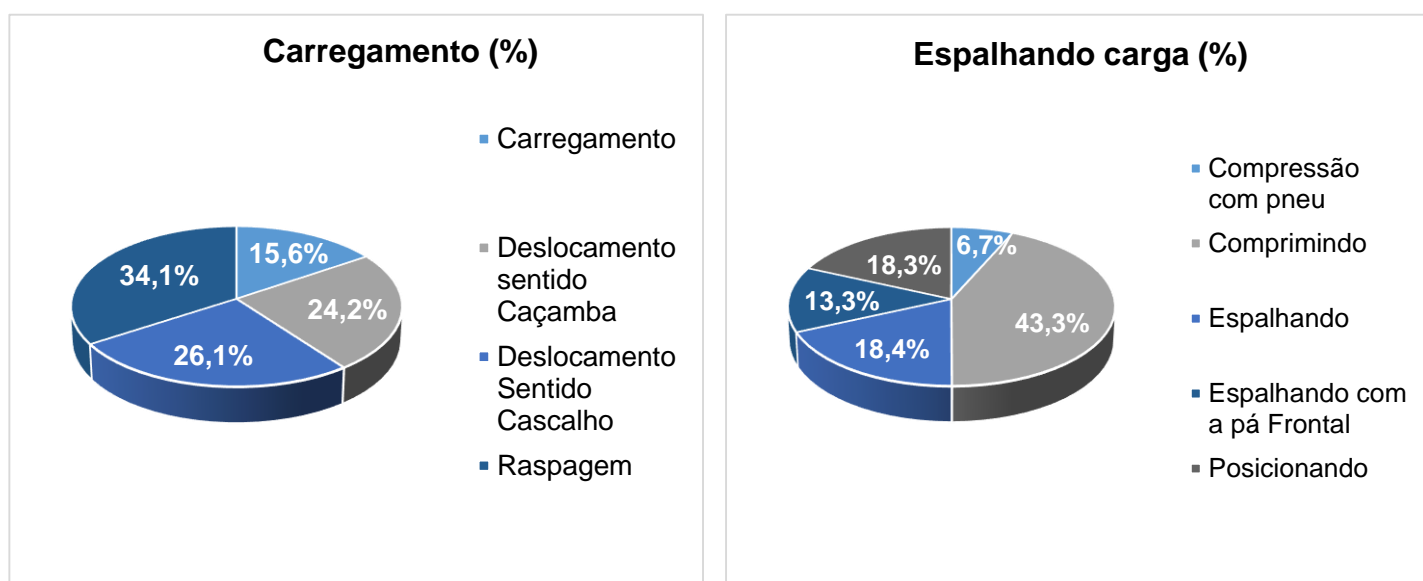


GRÁFICO 1 - CICLO OPERACIONAL DE OPERAÇÕES COM RETROESCAVADEIRA.

FONTE: O AUTOR (2016)

Baseado nos resultados dos estudos de tempo e movimento, foram obtidos alguns dos parâmetros calculados para a caracterização de sistemas de

manutenção e construção de estradas. Estes parâmetros estão apresentados na tabela 03:

TABELA 3 – INDICADORES DE PRODUTIVIDADE - RETROESCAVADEIRA

	Tempo/carregar caçamba(min)	N° de Cargas carregadas/dia	Tempo para espalhar/carga (min)	Custo/ carga espalhada (R\$/carga)
RD 406 Advanced	14,30	37,77	18,24	10,13
MF86HS	20,16	26,79	30,94	17,45

FONTE: O AUTOR (2016)

A diferença de produtividade apresentada pelos parâmetros acima salienta a superioridade do equipamento RD406 Advanced para as operações de infraestrutura relacionadas. As análises de campo mostraram que a diferença de potência (de 84 HP - RD406 ADV para 56 HP - MF86HS) e a diferença de fluxo hidráulico (de 114 para 104 L/min), são essenciais para a maior produtividade do equipamento RD406 Advanced. A maior caixa de carga frontal e o sistema de tração do eixo dianteiro colaboram nas atividades de carregar caçamba e desagregar cascalho.

É possível concluir que, na operação de carregamento de caminhão caçamba, a utilização da RD406 Advanced, propicia um ganho de produtividade de 29,1%, em comparação ao equipamento MF86HS. Na operação de espalhe de carga os ganhos em utilizar este equipamento são de 41,1%. Este resultados comprovam a forma de trabalhar já realizada na área. O equipamento MF86HS é geralmente utilizado na cascalheira para carregar caçambas e a RD406 Advanced, utilizada na frente de trabalho, espalhando carga e realiza pequenas manutenções.

5.2.2 Tratores de Esteira

Na área de estudo os tratores de esteira são os equipamentos mais utilizados para operações de abertura e manutenções de estradas. O sistema de infraestrutura florestal estudado conta com dois modelos de tratores de esteira, são eles: D51 EX-22 e D50. As análises de produtividade são decorrentes de 32

observações, sendo elas: Manutenção de estrada – 27 e Construção – 5. A intensidade amostral encontrada (n) para o indicador de custo unitário (R\$/m²), utilizado como parâmetro de referência, foi de 22,7. Significando, portanto, que as 32 amostras coletadas para o estudo são representativas da população.

Na tabela 04 são apresentados indicadores de produtividade para a operação de manutenção de ramal com trator de esteira. Esta operação foi selecionada pela alta frequência deste tipo de serviço na região de estudo.

TABELA 4 - INDICADORES DE PRODUTIVIDADE - TRATOR DE ESTEIRA (MANUTENÇÃO DE RAMAL)

	Rendimento (m ² /hora)	R\$/m ²	Largura da via (m)
D51 EX - 22	1.567,28	0,37	5,38
D50	832,81	0,12	4,60

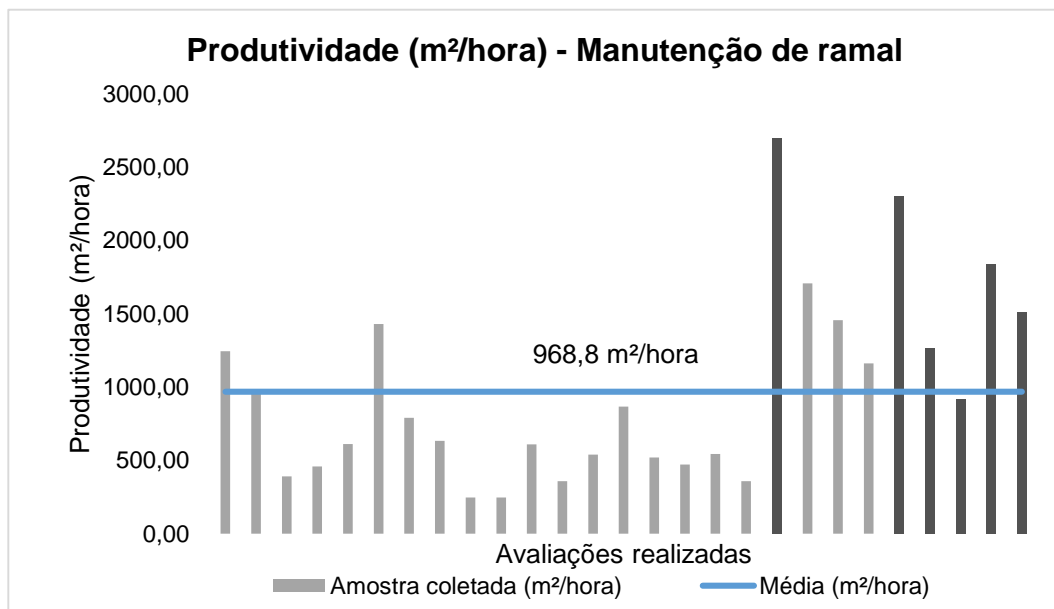
FONTE: O AUTOR (2016)

Assim como as retroescavadeiras, os dois modelos de tratores de esteira diferem bastante no que diz respeito à tecnologia embarcada. O trator de esteira D50 é um equipamento de elevada produtividade (m²/hora), fator este que implica diretamente no custo unitário (R\$/m²). Todavia, a qualidade do serviço realizado (tabela 04), representado pelo indicador largura de estrada, é inferior ao trator de esteira D51 EX – 22. Deve-se destacar que não apenas o indicador largura de estrada é comprometido pela operação com o trator D50 mas também variáveis como: retirada do horizonte orgânico, capacidade de abaulamento da via e compressão do leito primário, sofrem influência quanto à diminuição da qualidade.

O principal fator que influencia a qualidade do serviço com trator de esteira é o número de movimentos realizados pela lâmina frontal do equipamento. A principal diferença entre os dois equipamentos estudados está na capacidade de inclinação multidirecional da lâmina. O trator D51 EX – 22 conta com um sistema de ajuste automático de altura da lâmina e inclinação vertical realizada nos joysticks. Em contrapartida, no trator D50, alterações de inclinação demandam parada na operação e reaperto da regulagem hidráulica manual no cilindro da lâmina.

No gráfico 02, observa-se a representação gráfica dos rendimentos ($m^2/hora$), calculados:

GRÁFICO 2 - PRODUTIVIDADE ($M^2/HORA$) - MANUTENÇÃO DE RAMAL



FONTE: O AUTOR (2016)

Na no gráfico 02 as avaliações coletadas em tom mais escuro representam a produtividade do trator D50 e em tom mais claro o trator D51. A média de produtividade de todos os equipamentos foi de $968,8 m^2/hora$.

De maneira geral, o ganho de 46,9% em produtividade, executado pelo trator D50 em diversas circunstâncias, não compensa a perda de qualidade do serviço em 14,4%.

5.2.3 Caminhões Caçamba

Os caminhões caçamba são elementos fundamentais no regime de infraestrutura florestal na área de estudo. Como citado anteriormente, a construção e manutenção das vias está diretamente relacionada à disponibilidade do cascalho desagregado. Visando abastecer todas as frentes de manutenção e construção de estradas da área de estudo, são utilizados dois caminhões caçambas, são eles: Mercedes Atego1719 – 4 x 2 e um Volvo VM.

As análises de produtividade dos caminhões são provenientes de 16 observações, sendo todas de transporte de cascalho. A intensidade amostral encontrada (n), para o indicador de velocidade média (Km/hora), utilizado como parâmetro referência, foi de: 8,1. Significando, portanto, que as 16 amostras coletadas para o estudo são representativas da população.

Na tabela 05 são apresentados os principais indicadores de produtividade para os caminhões caçamba:

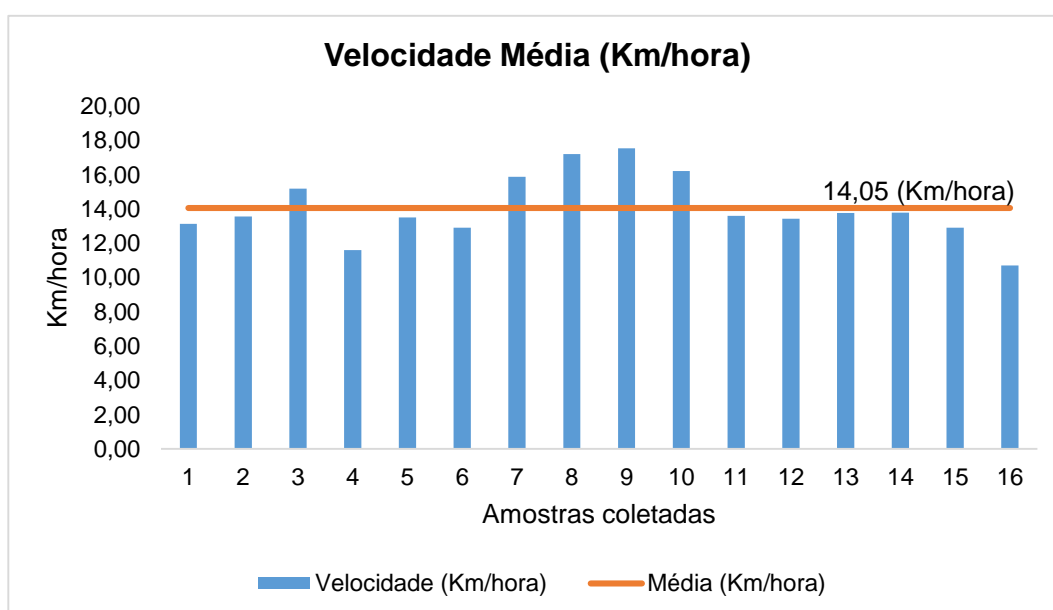
TABELA 5 - INDICADORES DE PRODUTIVIDADE CAMINHÃO.

	Velocidade média (Km/hora)	Nº de viagens/hora	Caixa de Carga
VOLVO VM	13,03	1,90	9,40
MERCEDES	14,67	2,58	12,70

FONTE: O AUTOR (2016)

A principal variação entre os dois equipamentos está relacionada a capacidade da caçamba. As caixas de carga do Volvo VM e o Mercedes são de, respectivamente: 9,4 e 12,7 m³. A velocidade encontrada de deslocamento em todas as observações realizadas dentro da área de estudo é apresentada pelo gráfico 03:

GRÁFICO 3 – VELOCIDADE MÉDIA DOS CAMINHÕES CAÇAMBA EM OPERAÇÃO.

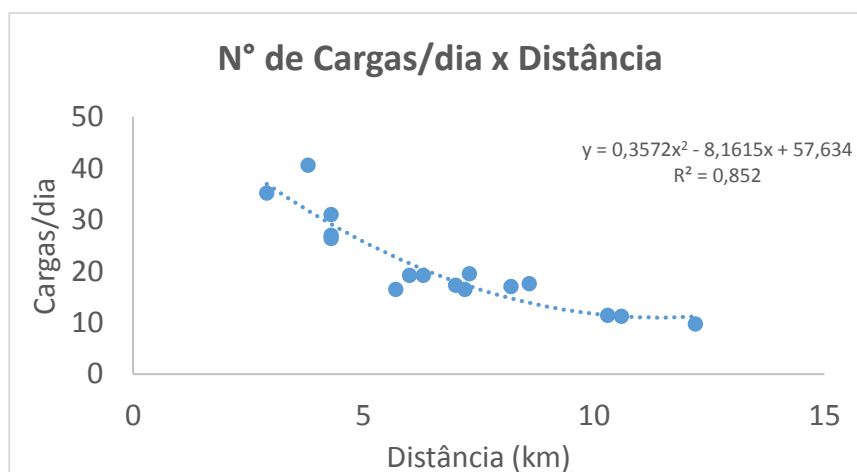


FONTE: O AUTOR (2016)

A partir da determinação de velocidade média (de 14,05 km/hora), foi possível inferir sobre os ganhos percentuais encontrados em uma possível alteração de frota para veículos de maior velocidade. O ganho percentual de 26,4% seria encontrado diariamente utilizando veículos de maior performance.

Correlacionando o número de cargas transportadas até o trecho com a distância entre cascalheira e frente de trabalho, notou-se uma alta influência da distância na produtividade. O gráfico 04 apresenta a alta correlação entre as variáveis cargas transportadas e distância percorrida.

GRÁFICO 4 - CORRELAÇÃO ENTRE DISTÂNCIA E NÚMERO DE CARGAS TRANSPORTADAS À FRENTE DE TRABALHO.



FONTE: O AUTOR (2016)

Utilizando como base a velocidade média encontrada e os valores de produtividade no carregamento, foram realizados estudos auxiliares a fim de determinar o raio ótimo de extração de cascalho dentro da área de estudo. Na tabela 6 é possível observar o raio ótimo de transporte de cascalho dentro da unidade, juntamente a um mapa temático (Figura 08) que possibilita tomadas de decisões estratégicas.

TABELA 6 - RAIO ÓTIMO DE EXTRAÇÃO DE CASCALHO.

Distância (Km)	Tempo/Ciclo (min)	Nº máximo de cargas por dia.
1	28,09	19,22
2	36,77	14,69
5	62,81	8,60
7	80,17	6,74
9	97,53	5,54
12	123,57	4,37
15	149,61	3,61



FIGURA 7 - MAPA TEMÁTICO - EXTRAÇÃO DE CASCALHO

FONTE: O AUTOR (2016)

Deve-se salientar que a determinação de raio ótimo para extração de cascalho é fundamental pois na região de estudo, diversas cascalheiras poderiam ser utilizadas como fonte da matéria prima.

O conhecimento dos rendimentos individuais de cada equipamento dentro do regime de construção e manutenção de estradas propiciou a determinação do raio ótimo. Esta ferramenta é utilizada para planejamento de extração em áreas distantes e até mesmo para conferências de rendimentos de terceiros antes de pagamentos por serviços realizados.

5.3 PRIF – Programa de Rendimento em Infraestrutura Florestal

Após a realização de todas as análises de rendimento e estudos de tempo e movimento, o volume de informação gerada e as variáveis que impactam a produtividade de sistemas construção e manutenção de estradas, revelaram-se elevadas. Em paralelo a diversos indicadores de produtividade gerados, a ausência de uma ferramenta de controle utilizada pela empresa, motivou a criação de um mecanismo de controle passível de tornar-se procedimento de planejamento.

Na figura 08 observa-se a capa do programa criado e customizado para a operação de infraestrutura florestal na região de estudo.



FIGURA 8 - CAPA DO PROGRAMA - PRIF

FONTE: O AUTOR (2016)

Todos os objetivos da ferramenta foram alcançados ao fim do projeto, na figura 09 destaca-se a interface inicial do PRIF.



FIGURA 9 - INTERFACE DO PROGRAMA.

FONTE: O AUTOR (2016)

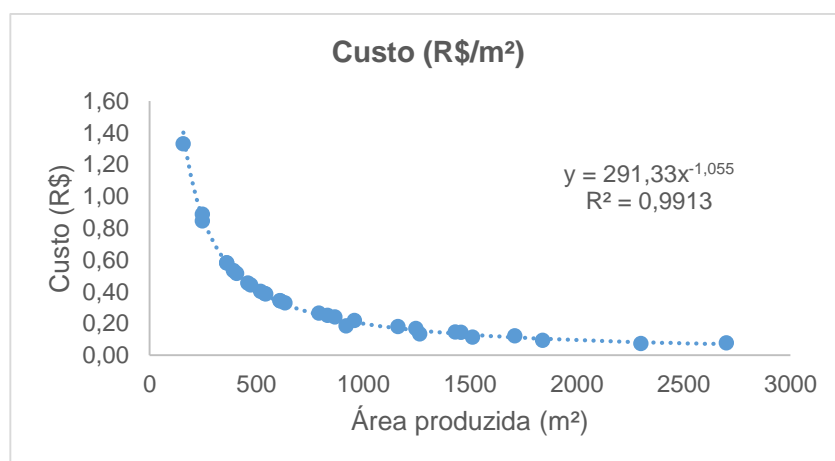
Na interface inicial do programa, várias telas de acesso possibilitam ao usuário extrair e imputar informações do regime em questão.

Na aba “Indicadores”, todos os parâmetros coletados durante as análises realizadas em campo são apresentadas. A visualização dos indicadores é realizada por operação cumprida pelo equipamento.

O item “Lançamento de amostra”, possibilita à qualquer usuário do programa inserir avaliações de produtividade ou estudo de tempo e movimento a qualquer momento, afim de retroalimentar o sistema. Esta função é essencial para a eficiência do programa em diagnosticar rendimentos futuros e delinear cenários produtivos futuro.

Através dos lançamentos de amostras, um banco de dados é formado constantemente, desta forma a curva de pontos que permite uma previsão assertiva dos sistemas, está constantemente sendo atualizada. No gráfico 05 observa-se um exemplo de curva utilizada no programa para calcular custos unitários e rendimento.

GRÁFICO 5 - CURVA DE CUSTO UNITÁRIO - MANUTENÇÃO DE RAMAL (R\$/M²)



FONTE: O AUTOR (2016)

Deve-se salientar que as curvas utilizadas para conjecturar cenários futuros, foram aquelas que apresentaram elevada correlação entre as variáveis, ou seja, R^2 próximo de 1.

Na aba “Consultas”, toda a base histórica calculada e presente na memória do sistema, pode ser utilizada a fim de realizar consultas. Esta função tem caráter

crucial, pois permite ao gestor consultar rendimentos históricos do equipamento antes ou depois da realização de um determinado serviço. Estimando simplesmente a área de estrada que será construída, o programa fornece rapidamente o tempo estimado para o serviço com base no histórico, bem como rendimentos individuais e custo final da empreita.

Nas abas presentes na lateral esquerda da interface, onde encontram-se os ícones por equipamentos, relatórios dinâmicos podem ser observados. Esta aplicação pode ser utilizada para acompanhamentos de determinados tipos de operação durante o mês, ou até mesmo utilizado como forma de controle de operações.

Na figura 10 observa-se um painel interativo para o equipamento de trator de esteira.

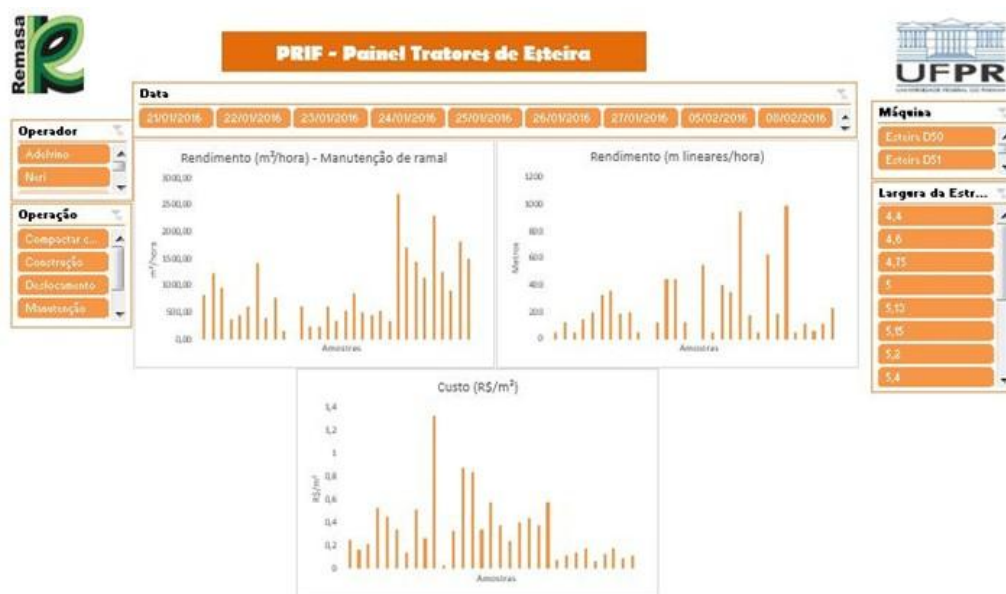


FIGURA 10 – PAINEL INTERATIVO - PRIF

FONTE: O AUTOR (2016)

Neste tipo de painel, facilmente o gestor pode consultar a produtividade de determinado operador, selecionar exclusivamente um talhão afim de analisar os custos unitários aplicados na área, filtrar determinada data de operação a fim de compreender picos produtivos ou improdutivos ou analisar os parâmetros de qualidade de determinado compartimento.

Na aba “Estudos Auxiliares”, alguns trabalhos realizados na mesma área de estudo são apresentados. Registros relacionados à qualidade e umidade de cascalho, mensurações de dimensão de caçamba, tabelas de preços pagos a cada prestador de serviço e estudos pilotos a fim de determinar metas de disponibilidade mecânica por equipamento e eficiência operacional do sistema foram também realizados.

6. CONCLUSÕES

Compilar as informações coletadas através de análises de produtividade e estudos de tempo e movimento, utilizando de artifícios de programação para tornar o programa num sistema operacional, mostrou-se uma ferramenta relevante no processo de planejamento e conhecimento de operações de infraestrutura florestal.

Conclui-se também, que a existência de dois tipos de tratores de esteira é uma decisão estratégica, tendo em vista que trabalhos diferentes podem ser realizados pelos dois equipamentos. Em vias onde o tráfego de veículo será iniciado após um período de carência acima de dois meses, a utilização inicial do trator D50, retirando a vegetação superficial do ramal, a fim de secar a via e, posteriormente, a utilização do trator D51 EX – 22, apontou possibilidade de ganhos em qualidade da estrada.

A existência de um equipamento moderno com comandos eletroeletrônicos na operação com trator de esteira, propiciou um ganho na largura da via de 14,4% em comparação à equipamentos com menor tecnologia.

Na operação de espalhe de carga, o grande desprendimento de tempo (dentro do ciclo operacional %), da atividade de compressão do cascalho com a concha retroescavadeira (43,3%), aponta a demanda de equipamentos com maior concha traseira e maior robustez dos componentes (cilindros hidráulicos, reparos e anéis vedantes), a fim de diminuir quebras mecânicas.

Trabalho relacionados a análises de performance e estudos de tempo e movimento, são comumente encontrados na bibliografia. Entretanto a maioria das vezes estes estudos retratam uma situação instantânea analisada, estes estudos são referentes a situações fixas. A criação do sistema PRIF, permite o gestor a análise de dados históricos bem como análises instantâneas.

7. RECOMENDAÇÕES

Entre as principais recomendações apresentadas neste trabalho, a utilização diária do Programa de Rendimento em Infraestrutura Florestal – PRIF, é uma ferramenta poderosa em todo o processo de gestão do departamento de Infraestrutura florestal. Este tipo de programa pode ser customizado para cada circunstância de diferentes empresas, porém o que define o sucesso desta ferramenta é a alimentação do sistema com dados diariamente.

Estudos de rendimento em infraestrutura florestal devem ser realizados massivamente, visando desta forma obter dados que possibilitem modelos de otimização em diferentes sistemas de manutenção e construção de vias florestais.

8. ANEXO

8.1 Terminologias utilizadas

Para melhor compreensão dos estudos realizados e ferramentas apresentadas neste trabalho, algumas terminologias voltadas à infraestrutura florestal devem ser explanadas.

Ramal – Define-se como ramal as vias de menor trafegabilidade durante o período de estabelecimento da floresta. Os ramais são mais utilizados na época de colheita da floresta. Na bibliografia, ramais podem ser encontrados sob a nomenclatura de vias terciárias. Atualmente a maior parte das empresas florestais constroem ramais na fase de implantação do projeto florestal e só voltam a realizar algum tipo de manutenção na via na época que antecede a colheita.

Atividade – Conjunto de ações pertencentes a uma operação, atividades por si só não geram produtos e serviços quando realizadas separadamente. Atividades devem pertencer à um ciclo produtivo dentro de uma operação. Exemplo de atividades: Deslocamento vazio, raspagem de cascalho, posicionamento da máquina e espalhar carga.

Operação – Determinou-se como operação de infraestrutura Florestal o conjunto de atividades realizadas organizadamente dentro de um ciclo produtivo que proporcionou a obtenção de um produto ou serviço. Exemplo de operações de infraestrutura florestal são: Manutenção de ramal, transporte de cascalho, carregamento de caçamba e compactação de carga.

Cascalho- Define-se como cascalho o sedimento, de uma certa variação de tamanho. Na geologia, o cascalho é qualquer fragmento de rocha que tem tamanho reduzido, o seixo sendo reservado para rochas de 4-75 milímetros (alguns dizem 64 milímetros).

PRIF – O Programa de Rendimento em Infraestrutura Florestal é o principal fruto do trabalho conduzido na região de estudo. O programa compila todas as análises realizadas durante o período de avaliação e permite ao gestor da unidade realizar tomadas de decisões embasadas em dados consistentes de rendimento.

9. REFERÊNCIAS

ARCE, J. E. Um **Sistema de Programação do Transporte Principal de Multiprodutos Florestais visando a Minimização de Custos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

BARBOSA, S. T. **Evolução do sistema de transporte florestal na região de Telêmaco Borba. 2004**. Monografia (Trabalho Conclusão de Curso) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Telêmaco Borba.

BARNES, R. M. **Motion and time study: design and Measurement of work**. 6.ed. New York: John Willey & Sons, 1968. 799 p.

BRAZ, E. M. **Otimização da rede de estradas secundárias em projetos de manejo sustentável de floresta tropical**. EMBRAPA: Rio Branco, 1997. (EMBRAPA - Circular Técnica, n.15).

BURLA, E. R. "**Avaliação técnica e econômica do Harvester na colheita do eucalipto**." (2008).

CARVALHO, L. A. **Curso de estradas vicinais. Telêmaco Borba: Klabin Fabricadora de Papel e Celulose**, Seção de Estradas, 1990. 126 p.

CNT -Confederação Nacional de Transporte. **Anuário estatístico 2013**.

CORRÊA, C. M. C.; MALINOVSKI, J. R.; ROLOFF, G. **Bases para planejamento de rede viária em reflorestamento no sul do Brasil**. *Floresta*, v. 36, n. 2, p. 277-286, 2006.

DIETZ, P. **Parâmetros da rede viária e sua otimização. In: curso de atualização sobre sistemas de exploração e transporte florestal**, 4., 1983. Anais... Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais, 1983 p.22-32.

INPACEL. **Encontro do “Grupo de Discussão Sobre Rede Viária”**. [S.l.], 2001. Visita a International Paper do Brasil, no município de Arapoti / Pr 2001.

JURAN, IM., GRINA, F. M. Juran **Controle da qualidade: handbook componentes básicos da função qualidade**. Vol II. São Paulo: Makron, 1991.

MACHADO, C. C. **Planejamento e controle de custos na exploração florestal**. Viçosa: 1984. 138 p.

MACHADO, C. C. et al. **Desenvolvimento do sistema brasileiro de classificação de estradas florestais (SIBRACEF)**. Revista Arvore, v. 13, n. 1, p. 114-129, 1989.

MACHADO, C. C. **Exploração florestal**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1989. 34 p.

MALINOVSKI, R. A.; FENNER, P. T.; SCHACKKIRCHNER, H.; MALINOVSKI, J. R.; MALINOVSKI, R. A. **Otimização da distância de extração de madeira com forwarder**. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 171-179, 2008.

MALINOVSKI, J. R. et al. **Código de prática para estradas florestais**. Otacílio Costa: **Malha Viária Logística de Estradas**, 2004. Apostila.

MACHADO, C. C.; MALINOVSKI, J. R. **A planificação da rede rodoviária em reflorestamentos. In: Simposio sobre exploração transporte, ergonomia e segurança em reflorestamentos**, 1987, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR/IUFRO, 1987. p.01-13

MALINOVSKI, J. R.; PERDONCINI, W. **Estradas de uso florestal**. Colégio Florestal de Irati - GTZ, Irati, 1990. 100p.

ODA, S. **Caracterização de uma rede municipal de estradas não-pavimentadas.** Diss. Universidade de São Paulo, 1995.

SEIXAS, F.; BARBOSA, R. F.; RUMMER, R. **Tecnologia protege saúde do operador.** Revista da Madeira, São Paulo, v.14, n. 82, p. 68-73, 2004.

SCHNEIDER, P.R. **Manejo Florestal: Planejamento da Produção Florestal.** Santa Maria: CEPEF/FATEC/UFSM. 2009.