

## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 MATERIAL

#### 4.1.1 Definição da Área de Pesquisa

Este estudo foi realizado em uma empresa do Meio-Oeste do Estado de Santa Catarina, onde a unidade geomorfológica são os planaltos Serranos, cuja topografia em toda sua extensão apresenta vales pouco alongados, de segmentos de drenagem retilíneos, e com linhas de cumeadas paralelas. A geologia da região é predominantemente composta por rochas basálticas, resultantes de derrames vulcânicos (EPAGRI, 2004). O solo que predomina na região é o Mitossolo Vermelho de textura muito argilosa (EPAGRI, 2004).

O clima é temperado Cfb (Mesotérmico úmido e verão ameno), a temperatura média anual é de 16 a 17 °C, com média anual de precipitação de 1.800 mm e a média de umidade relativa do ar entre 76 a 78%. (CLIMATERRA, 2004)

#### 4.1.2 Localização das Fazendas

A fazenda número 1 encontrava-se distante 22 (vinte e dois) quilômetros da sede, a segunda fazenda a 60 Km da sede e a terceira ficava distante da sede 67 Km. Todas situadas na mesma região e, com as mesas características geomorfológica e de clima.

#### 4.1.3 Descrição da Rede Viária dos Percursos

A rede viária influencia diretamente tanto o custo operacional dos veículos quanto a sua produtividade. Portanto, influencia o custo por tonelada transportada, esta, por sua vez, poderá ser determinante na escolha do caminhão a se utilizar para o transporte florestal.

Para se atingir este objetivo, definição do caminhão ideal para o transporte florestal da empresa, todos os veículos trafegaram no mesmo percurso, dentro das mesmas condições de estrada.

O percurso número 1 que ligava a empresa até à fazenda nº 1 era composto de estradas municipais de chão batido e, revestimento primário com macadame composto de pedras arredondadas e grandes. Sua construção é muito antiga e, na época, não foram tomados os cuidados quanto a sua largura, havendo alguns pontos de estrangulamento dificultando o encontro de veículos carregados e, também, sem nenhum padrão com relação às inclinações, tanto verticais quanto horizontais, existindo alguns pontos crítico de subida muito íngreme, onde a rampa ultrapassava os 15 %.

E, ainda, foi construída na fazenda uma rede particular interna, conforme descrição seguir: Estrada secundária conforme classificação de estradas pagina 33, bem compactadas, terras argilosas, construídas com largura aproximada de 8 metros, sarjetas nos dois lados da estrada, com profundidade em torno de 30 cm e, revestimento com macadame numa largura de 5 metros e espessura de 12 a 15 cm. Não foram tomados os cuidados necessários no sentido da inclinação, tanto vertical quanto horizontal.

Estradas terciárias bem compactadas, terra argilosa, construídas com largura de 7 metros, sarjetas em um dos lados com profundidade aproximada de 30 cm e, revestimento com macadame em alguns pontos críticos somente, sem largura e espessura definida. Não foram tomados os cuidados no sentido da inclinação tanto vertical quanto horizontal.

Ramais ou carregadores construídos apenas com o trator de esteira, sem sarjetas, sem largura definida, sem compactação e sem atenção às inclinações.

O percurso número 2 que ligava a empresa até à fazenda nº 2, era composto de 37 km de asfalto e mais 23 km de estrada de chão batido, sendo 16 km de estradas principais e 7 km de estradas internas da fazenda. As estradas principais, municipais, são de melhor qualidade que as descritas no primeiro percurso, com bom revestimento, manutenção periódica, com um padrão de construção bem

melhor e, as estradas internas da fazenda seguem o mesmo descrita no caso anterior.

O percurso número 3, que ligava a empresa até à fazenda nº 3, era composto de 37 km de asfalto e mais 30 km de estrada de chão batido, sendo 19 km de estradas municipais e 11 de estradas particulares, internas ao projeto. As estradas municipais são as mesmas descritas acima no percurso 2, e as internas ao projeto seguem a mesmo padrão de construção descrita no caso anterior

#### 4.1.4 Descrição dos Cenários

Com a intenção de verificar a sensibilidade da metodologia escolhida em identificar mudanças nas condições de trabalho, como: Qual economia que se conseguiria no frete, se fosse investido em melhorias nas condições de trabalho ou no padrão de construção das estradas, etc.,. Foram criados alguns cenários simulando estas melhorias e verificado o seu retorno.

- Cenário 1 – Neste cenário simulou-se uma redução do tempo de carregamento de 30 minutos para 15 minutos e da descarga dos caminhões de 15 minutos para 8 minutos. Ainda foi considerada a colheita total da empresa realizada numa mesma fazenda.

- Cenário 2 – Além da redução do tempo de carregamento e descarga dos caminhões simuladas no cenário 1, foram incluídas mais duas simulações. A 1ª, uma melhoria na pista de rolamento da estrada, colocando um revestimento fino, onde os caminhões pudessem desenvolver uma maior velocidade, ou seja, para a viagem vazio foi considerado um aumento da velocidade de 38 Km/h para 50 Km/h, e para a viagem carregado, um aumento de 27 Km/h para 35 Km/h. E a segunda, uma redução do custo de manutenção dos veículos, onde para a estrada de chão foi considerado de 1,18 % para 1,00 % o coeficiente de manutenção e, para a

estrada asfaltada de 2,04 para 1,80%. Também para este cenário foi considerada a produção total da colheita florestal de uma mesma fazenda.

- Cenário 3 – Neste cenário realizou-se os cálculos com os veículos transportando somente a carga permitida pela lei da balança, sem sobre carga, para as condições do percurso 1.

#### 4.1.5 Tipos de Toras Transportadas

Eram utilizadas no processo industrial toras de comprimento bastante variado, isto porque o comprimento obedece aos pedidos em carteiras, onde os clientes especificam o comprimento das tábuas. De forma geral, os comprimentos mais usuais são:

- Toras com 1,35 m de comprimento e diâmetro superior a 30 cm, utilizadas para Laminação
- Toras com 2,05 m de comprimento e diâmetro ( $\emptyset$ ) entre 15 à 22 cm utilizadas em serrarias de toras finas)
- Toras com 2,60 e 3,00 m de compr. e  $\emptyset$  entre 23 à 30 cm p/ Serraria de toras Grossas
- Toras com 2,20 m de compr. utilizadas p/ fabricação de celulose

#### 4.1.6 Caracterização da Frota Empregada

Sabe-se que existe uma quantidade muito grande de veículos utilizados no transporte rodoviário de madeira roliça e, estes se diferenciam pela marca, modelos, potência do motor, capacidade de carga, tamanho, carroceria utilizada, entre outras características. Conseqüentemente, a empresa deveria realizar um estudo para definir os veículos que mais se adaptam as condições locais, tais como:

qualidade das estradas, sistema de colheita utilizado, comprimento da tora a ser transportada, sortimento, volume mensal e distância de transporte. Com isso poderiam deixar de serem surpreendidos com as pressões sobre de valor de frete, a produtividade, e freteiros que não conseguem sobreviver. Ao final estas condições influem diretamente no custo operacional, conseqüentemente no desempenho de cada veículo e, no valor do frete a ser pago.

Todos os tipos de veículos eram aceitos pela empresa para o transporte das toras. Não seguem um critério de escolha de caminhão para a contratação, a não ser aqueles muito velhos e que quebravam muito. Os veículos utilizados neste estudo foram os reportados no Tabela 7:

TABELA 7 - CONFIGURAÇÃO DOS CAMINHÕES UTILIZADOS NO ESTUDO - TODOS COM CARROCERIA PLANA E FUEIROS LATERIAS

Descrição	Potência motor	Tração	Modelo do Caminhão	Ano de Fabricação	PBTC (t)	TARA (t)	Capacidade de Carga Lquida
Veículo nº 1	380 hp	6 x 4	Bi-Minhão	1994	50 t	21,6 t	28,40 t
Veículo nº 2	200 hp	6 x 2	Simple	1998	23 t	5,87 t	17,13 t
Veículo nº 3	220 hp	6 x 2	Simple	1996	23 t	6,12 t	16,88 t
Veículo nº 4	140 hp	6 x 2	Simple	1990	23 t	5,46 t	17,54 t
Veículo nº 5	220 hp	6 x 2	Simple	1997	23 t	5,80t	17,20 t

O veículo nº 1 é um Bi-minhão, mais conhecido por Romeu Julieta, composto de um Caminhão 6 x 4 mais um Semi-reboque com três rodados de 4 pneus cada. Os veículos nº 2, 3, 4 e 5, são caminhões de diferentes marcas, mas todos são caminhões simples com tração 6 x 2 .

#### 4.1.7 Forma de Contratação

Todo o transporte é terceirizado. Os veículos ganham por tonelada transportada. A empresa não cobra cota de produção dos veículos, são livres para produzirem, ficando por conta e risco do proprietário seu faturamento. Como norma, é dada preferência aos veículos, no qual o proprietário é o próprio motorista.

A definição do número de caminhões para cada fazenda e sua distribuição, bem como a distribuição das máquinas de carregamento, é atribuição da equipe de administração do transporte.

#### 4.1.8 Planilha de cálculo

A planilha de cálculo aqui apresentada, tem uma formatação didática, onde as variáveis que influem no custo do transporte foram colocadas separadas e, ainda, foi subdividida em 3(tres) parte, onde, na primeira parte é feita a identificação do local de onde se irá transportar, o destino final de entrega e, também o tipo de veículo que será utilizado. Na segunda parte é realizado o cálculo da produção que o veículo poderá atingir no mês, e na terceira parte é calculado o custo operacional e o custo por tonelada.

Foi utilizada planilha do software Excel da Windons, por ser o programa de computador utilizado normalmente pela grande maioria das empresas.

PLANILHA DE CÁLCULO - PRODUÇÃO

## PLANILHA DE CÁLCULO – CUSTO OPERACIONAL



## 4.1.9 Tabela de Fretes

TABELA 10 – TABELA DE FRETES DE EMPRESA DO MEIO OESTE  
CATARINENSE

<b>Tabela de fretes válida a partir de jan/2005</b>	<b>Preço</b>
<i>Distância em KM</i>	<b>R\$/t</b>
20	5,07
25	5,72
30	6,30
35	6,92
40	7,57
45	8,13
50	8,72
55	9,34
60	9,93
65	10,55
70	11,09
75	11,58
80	12,21
85	12,80
90	13,35
95	13,89
100	14,36
105	14,92
110	15,47
115	15,94
120	16,48
125	16,99
130	17,44
135	17,99
140	18,48
145	18,98
150	19,45

## 4.2 MÉTODO

### 4.2.1 Coleta dos Dados

Para a coleta de dados foram acompanhadas todas as operações realizadas dentro do ciclo de transporte, que compreende desde a saída dos caminhões da portaria, onde recebe a nota de transporte pré-preenchida, a viagem do caminhão vazio até a fazenda, o tempo que permanece na fazenda, incluindo espera de carga na fila, o carregamento propriamente dito. Depois, a viagem de volta já com o caminhão carregado, o tempo de espera na balança para pesagem, o tempo de espera na fila do pátio para descarga, o tempo de descarregamento e retorno até a balança, também à portaria, onde termina um ciclo e inicia outro.

Para a coleta dos dados foram realizadas 100 viagens, sendo 20 para cada veículo utilizado neste estudo, com acompanhamento de um estagiário, graduando em Engenharia Florestal pela FURB de Blumenau SC, e outras viagens sem este acompanhamento, ou seja, os próprios motoristas preenchem os dados em ficha própria elaborada para esta coleta, conforme modelo anexo 2.

### 4.2.2 Delineamento da Pesquisa

O presente estudo caracterizou-se pelo método quantitativo da pesquisa. Seu propósito foi formular um método de análise e avaliação das variáveis através do reflexo das mesmas, no custo da tonelada transportada.

### 4.2.3 Metodologia de Cálculo Utilizada

Foi escolhido através da análise dos formulários usualmente utilizados pelas empresas citadas na revisão bibliográfica, um formulário que atende a finalidade proposta, ou seja, ser prático, de fácil utilização e calcular o custo por tonelada apenas com a coleta de poucos dados como as distâncias, velocidades médias, consumo de combustível, o tempo de carregamento e descarregamento dos caminhões, o peso da carga efetivamente transportada, o tempo disponível de

trabalho, o valor dos insumos como pneu, combustível, recapagem do pneu e ainda, o valor de compra do veículo novo. Este formulário foi inserido em uma planilha eletrônica de forma vertical, ou seja, todas as fórmulas estão em uma mesma coluna, com a intenção de facilitar e ampliar as possibilidades de realizar vários cálculos lado a lado e, assim poder compará-los facilmente. Também ficou possível analisar a influência do aumento de preço de um insumo como, por exemplo, o preço do combustível e, realizar o segundo cálculos do mesmo veículo, ao lado do primeiro, alterando apenas o item citado e verificar a sua influência no custo por tonelada, sem apagar o cálculo anterior.

Para definir-se o formulário seguiu-se a seguinte orientação. A obtenção dos dados para calcular a produção mensal do veículo é fácil e rapidamente obtida, porque os dados dependem somente da operação. Já o custo operacional, principalmente os custos da manutenção e de pneus demandam muito tempo para sua obtenção. Para calcular o tempo disponível para o transporte, a velocidade média do percurso, tempo de um ciclo, número de viagens realizadas por mês, distância total percorrida, custo de pneu, custo de combustível, pessoal e produção mensal do veículo, foram montadas fórmulas próprias, que se assemelham com o formulário da Volvo. Para o cálculo do custo dos lubrificantes foi utilizado um percentual do consumo de combustível, neste caso, 20 %, porcentagem esta sugerida pela FAO/ECE/KWF; E, para o cálculo da manutenção optou-se pela fórmula Scania porque permite através de coeficientes, que podem ser vistos no anexo Scania, definidos através de uma pesquisa bastante ampla com transportadores, tanto para a reposição de peças, quanto para mão de obra de oficina, a realização do cálculo de uma estimativa deste custo. Enquanto que as outras fórmulas necessitam da obtenção do valor real gasto em manutenção, conseguido através do acompanhamento dos gastos do veículo, a não ser a fórmula utilizada pela FAO, que também se utiliza também de coeficientes, mas, são desenvolvidos principalmente para máquinas florestais e não para caminhões, que além de muito antigos, foram desenvolvidos para as condições da Alemanha e precisariam ser adaptados para as condições Brasileiras. Por outro lado, os

coeficientes encontrados pela equipe de engenharia da Scania referem-se a caminhões novos e da marca Scania, mas, se considerarmos caminhões novos, o preço das peças de reposição tem uma relação direta com o valor do veículo novo. Então, desde que se utilize o valor de um veículo novo para a realização dos cálculos na planilha, acredita-se que estes coeficientes poderão ser utilizados para outros veículos também. Ainda, para o caso da manutenção, em se tratando de oficina especializada, o custo da hora dos mecânicos obedecem a convenções de sindicatos, variando muito pouco entre as oficinas. Daí acreditar-se que também para este fim, os coeficientes da Scania servirão para calcular a mão de obra de oficina de outros veículos.

Para o cálculo do custo da depreciação foi utilizada a fórmula da Volvo e, para o cálculo do custo do investimento, também chamado de “Custo de Oportunidade”, foi utilizada a fórmula da Scania.

#### 4.2.3.1 Formulário para calcular a produção

##### 1 -Horas Disponíveis:

$$HD = Tu * HT * T$$

Onde:  $Tu$  – Turno (h)

$HT$  - Horas/Turno (h)

$T$  - Dia/Mês (dias)

$HD$  – Horas disponíveis

##### 2 - VMT - Velocidade média do percurso:

$$VMT = \frac{(Vav + Vac) * DA + (Vcv + Vcc) * DC}{(2 * DT)}$$

Onde:  $Vav$  - Velocidade Média – Asfalto/Vazio (km/h)

$Vac$  - Velocidade Média – Asfalto/Carregado (km/h)

$DA$  - Distância Total de Estrada Asfaltada (km)

$Vcv$  - Velocidade Média – Estrada de Chão/Vazio (km/h)

$Vcc$  - Velocidade Média – Estrada de Chão/Carregado (km/h)

$DC$  - Distância Total de Estrada de Chão (km)

$DT$  - Distância Total (km)

$VMT$  - Velocidade média do percurso

### 3 - Tempo de Ciclo:

$$Tcl = \frac{(TC + TD) + \frac{(DT * 2)}{VMT}}{(DO * DM)}$$

Onde:  $TC$  - Tempo de Carga (h)

$TD$  - Tempo de Descarga (h)

$DT$  - Distância Total (km)

$VMT$  - Velocidade Média do percurso (km/h)

$DM$  - Disponibilidade Mecânica (%)

$DO$  - Disponibilidade Operacional(%)

$Tcl$  – Tempo de ciclo

### 4 - Viagens/Mês:

$$VMês = \frac{HD}{Tcl}$$

Onde:  $HD$  - Horas Disponíveis (h)

$Tcl$  - Tempo de Ciclo (h)

$VMês$  – Viagens por mês

### 5 - Distância percorrida no mês – asfalto:

$$Dpa = Tcl * 2 * DA$$

Onde:  $Tcl$  - Tempo de Ciclo (h)

$DA$  - Distância Total de Estrada Asfaltada (km)

$Dpa$  – Distância percorrida por mês – asfalto (km)

### 6 - Distância percorrida no mês – est. de chão:

$$Dpc = Tcl * 2 * DC$$

onde:  $Tcl$  - Tempo de Ciclo (h)

$DC$  - Distância Total de Estrada de Chão (km)

$Dpc$  – Distância percorrida por mês – estradade chão (km)

7 - Distância total percorrida no Mês:

$$Dpm = VMês * DT * 2$$

Onde : VMês - Viagens/Mês (unid)

*DT* - Distância Total (km)

*Dpm* - Distância Percorrida no Mês (km)

#### 4.2.3.2 Formulário para calcular o custo operacional

1 - Valor dos Pneus:

$$Vps = NP * VP$$

Onde: *Vps* - Valor dos Pneus (R\$)

*NP* - Número de Pneus (unid)

*VP* - Valor de um Pneu (R\$)

2 - Valor Sem Pneu:

$$Vsp = VCV - Vps$$

Onde: *VCV* - Valor de compra do veículo (R\$)

*Vps* - Valor dos Pneus (R\$)

3 - Custo mensal do investimento:

$$Ci = ((P - Vr) * FVA^o(i, n)) * FRC(i, n)$$

Onde : *Ci* - Custo mensal do Capital (R\$)

*P* - Preço de compra do veiculo (R\$)

*Vr*- Valor residual(R\$)

*i* - Taxa (% a.m.)

*n*- número de anos

$FVA^o(i, n) = 1 / (1+i)^n$  = Fator de valor atual

$FRC(i, n) = i(1+i)^n / i(1+i)^{n-1}$  = Fator de recuperação do capital

## 4 -Depreciação:

$$D = \frac{(Vsp * (1 - Vpr))}{(VU * 12)}$$

Onde:  $D$  – Depreciação

$Vpr$  - Valor Presente Residual (%)

$Vsp$  – Valor sem pneus (R\$)

$VU$  - Vida Útil (anos)

## 5 - Custos de pneu:

$$CP = ((Cpa * VMês * DA) + (DC * VMês * Cpc))$$

Onde:  $CP$  - Custo de Pneu (R\$)

$Cpa$  – Custo de pneu (asfalto)(R\$)

$Cpc$  – Custo de pneu (estrada de chão)(R\$)

$VMês$  – Viagens por mês (numero)

$DA$  - Distância total de estrada asfaltada (km)

$DC$  - Distância total de estrada de chão (km)

## 6 - Custo de pneu (asfalto):

$$Cpa = \frac{(VP + NR * VR)}{(Pva + Vra * NR)}$$

Onde:  $Cpa$  – Custo de pneu (asfalto) (R\$)

$VP$  - Valor do pneu (R\$)

$NR$  - Número de recapes

$VR$  - Valor do recape

$Pva$  - Primeira vida no asfalto (km)

$Vra$  - Vida de recape em asfalto (km)

## 7 - Custo de pneu (estrada de chão):

$$Cpc = \frac{(VP + NR + VR)}{(Pvc + Vrc * NR)}$$

Onde:  $Cpc$  - Custo de pneu (estrada de chão) (km)

$VP$  - Valor do pneu (R\$)

$NR$  - Número de recapes(unid)

$VR$  - Valor do recape (R\$)

$Pvc$  - Primeira vida na estrada de chão (km)

$Vrc$  - Vida de recape em estrada de chão (km)

#### 8 - Custos de combustível:

$$Cb = \left( \left( \frac{Dpa}{Cca} \right) + \left( \frac{Dpc}{Ccc} \right) \right) * VC$$

Onde:  $Cb$  – Custo de combustível(R\$)

$Dpa$  - Distância Percorrida no Mês – Asfalto (km)

$Dpc$  - Distância Percorrida no Mês – Estrada de Chão (km)

$Cca$  - Consumo de Combustível em Asfalto (km/lit)

$Ccc$  - Consumo de Combustível em Estrada de Chão (km/lit)

$VC$  – Valor do litro de combustível (R\$/lit)

#### 9 - Lubrificantes:

$$L = (Cb * 0,2)$$

Onde:  $L$  – Lubrificantes

$Cb$  – custo de combustível

#### 10 - Custos de manutenção:

$$\text{- Asfalto - } Mas = \left( \frac{Dpa}{10.000} \right) * VI * MA$$

Onde:  $Mas$  - Manutenção no asfalto (R\$)

$Dpa$  - Distância Percorrida no Mês – Asfalto(km)

$VI$  - Valor Imobilizado(R\$)

$MA$  – Coeficiente de manutenção a Cada 10.000km em asfalto(%)

$$\text{- Estrada de chão - } Mch = \left( \frac{Dpc}{10.000} \right) * VI * MC$$

Onde:  $Mch$  - Manutenção em est. de chão (R\$)

$Dpc$  - Distância percorrida no mês em estrada de chão(km)

$VI$  - Valor Imobilizado(R\$)

$MA$  – Coeficiente de manutenção a Cada 10.000km em estrada de chão(%)



- *Custo de manutenção total:*

$$M = Mas + Mch$$

11 - Custos de motorista:

$$P = NM + SE$$

Onde:  $P$  – Pessoal

$NM$  - Número de Motoristas

$SE$  - Salários + Encargos

4.2.3.3 Custo total mensal

$$CTM = (CC + CP + Cb + L + M + P)$$

Onde:  $CTM$  - Custo Total Mensal (R\$):

$CC$  - Custo do Capital (R\$)

$CP$  - Custo de Pneu(R\$)

$Cb$ - Combustível(R\$)

$L$  – Lubrificantes(R\$)

$M$  - Manutenção (R\$)

$P$  - Pessoal.(R\$)

4.2.3.4 Produção mensal:

$$PM = VMês * CV$$

Onde:  $PM$  - Produção mensal(t)

$VMês$  - Viagens/mês

$CV$  - Capacidade de carga real/dia.

4.2.3.5 Custo por tonelada (R\$):

$$CT = \frac{CTM}{PM}$$

Onde:  $CT$  - Custo por tonelada(R\$)

$CTM$  - Custo Total Mensal

$PM$  - Produção Mensal.

TABELA 11 - FICHA DE CAMPO UTILIZADA PARA COLETA DE DADOS

Caminhão	Placa:	Data:			
	Marca:	Viagem Nº :			
	Modelo:				
Descrição	Dados	Início	Fim	Total	Observações
Distância até o destino ( km )	Km em Asfalto				
	Km em estrada de chão				
Tempo de viagem	Asfalto vazio				
	Asfalto carregado				
	Estrada de chão vazio				
	Estrada de chão carregado				
Combustível ( km/lt)	Consumo em asfalto - vazio				
	Consumo em asfalto - carregado				
	Consumo em estrada de chão – vazio				
	Consumo em estrada de chão – carregado				
Dados da operação	Tempo de espera- fila				
	Tempo de carregamento (h)				
	Tempo de espera balança				
	Tempo de pesagem - Carregado				
	Tempo de espera pátio- fila				
	Tempo de descarga (h)				
	Tempo de pesagem - Vazio				
	Carga transportada (t)				
Tempo disponível	Horas trabalhada - dia				
	Dias / semana				
	Dias/mês:				