

**CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS
E TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO
NA REGIÃO AMAZÔNICA**



EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO
Belém, Pará

MINISTRO DA AGRICULTURA

Ângelo Amaury Stabile

Diretoria Executiva da EMBRAPA

Eliseu Roberto de Andrade Alves
— Presidente

Ágide Gorgatti Netto
— Diretor

José Prazeres Ramalho de Castro
— Diretor

Raymundo Fonsêca Souza
— Diretor

Chefia do CPATU

Cristo Nazaré Barbosa do Nascimento
— Chefe

Virgílio Ferreira Libonati
— Chefe Adjunto Técnico

José Furlan Júnior
— Chefe Adjunto de Apoio

CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS E TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO NA REGIÃO AMAZÔNICA

Permínio Pascoal Costa Filho

Eng.º Florest., Pesquisador
DPNPF-CPATU/EMBRAPA

Haroldo Bastos da Costa

Eng.º Florest., Convênio
IBDF/SUDAM



EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO
Belém, Pará

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48
66.000 — Belém, PA.

Costa Filho, Permínio Pascoal

Construção de estradas florestais e transporte florestal rodoviário na região amazônica, por Permínio Pascoal Costa Filho e Haroldo Bastos da Costa. Belém, EMBRAPA/CPATU, 1980.

30p. ilustr. (EMBRAPA.CPATU. Circular Técnica, 6).

1. Estradas — Construções — Amazônia. 2. Transporte rodoviário — Amazônia. I. Costa, Haroldo Bastos da. II. Título. III. Série.

CDD : 634.9309811

CDU : 634.0.3(811)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	5
DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS NA REGIÃO AMAZÔNICA	6
CONSTRUÇÃO DE ESTRADA FLORESTAL	9
REGRAS PARA CRUZAMENTOS E TRÁFEGOS DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS	15
EQUIPAMENTO NECESSÁRIO À CONSTRUÇÃO DE ESTRADA FLO- RESTAL	18
MÃO-DE-OBRA UTILIZADA	19
TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA	19
CARREGAMENTO DE MADEIRA	24
PRODUÇÃO E CUSTOS	27
RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS	30

CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS E TRANSPORTE FLORESTAL RODOVIÁRIO NA REGIÃO AMAZÔNICA (1)

RESUMO : Este documento tem por finalidade mostrar, primeiro, a necessidade de se ter uma boa rede de estradas de uma exploração racional, porque todas as operações subseqüentes se suportam na rede de estradas; segundo, mostrar que é viável a construção de estradas necessárias ao escoamento da matéria-prima. Como por exemplo, uma estrada permanente principal de 6 m de largura tem o custo de Cr\$ 165.055,00/km (US\$ 3.883.00) e uma estrada de verão de 3,5 m de largura, Cr\$ 14.000,00/km (US\$ 329.00). Também, como consequência da estrada, torna-se necessário se ter um bom sistema de transporte florestal. Dependendo da produção da indústria, dimensiona-se o tipo e capacidade do caminhão com semi-reboque, que é o equipamento de maior importância neste tipo de operação. Como por exemplo, para um caminhão deste tipo, obtém-se uma produção de 28 m³/hora, o custo operacional de Cr\$ 480,00/hora (US\$ 11.00), ou Cr\$ 17,14/m³ (US\$ 0.40).

INTRODUÇÃO

O sistema de rede de estradas florestais e transporte rodoviário de madeira, na Amazônia, ainda não se constitui fator de preocupação para os que trabalham no setor florestal, devido à empiricidade dos sistemas de exploração a que são submetidas as florestas. Quando se realizam explorações florestais racionais, é necessário haver uma interrelação entre a rede de estradas, o transporte rodoviário e o transporte fluvial. Em virtude da aparente facilidade de obtenção de matéria-prima, as indústrias florestais ainda preferem comprá-la de terceiros, deixando suas florestas próprias para serem exploradas, quando o abastecimento passar a se constituir um problema. Isto faz com que inexista, até hoje, uma sistemática de trabalho específico para explorar racionalmente o grande potencial madeireiro existente na Amazônia.

(1) — Este trabalho recebeu apoio financeiro do POLAMAZÔNIA.

Com referência ao transporte rodoviário, o caminhão é o equipamento de maior importância. O tipo de caminhão adequado depende, principalmente, da distância, da qualidade das estradas, do equipamento para carregamento e descarregamento e da capacidade de carga. Este trabalho foi realizado pelo Setor de Exploração e Transporte Florestal do PRODEPEF. Planos de exploração em termos de cooperação técnica também foram realizados com instituições particulares, com o objetivo de estabelecer métodos exploratórios corretos para uso na floresta amazônica, tanto em terra firme, quanto em várzea, usando-se o que há de mais moderno em termos de equipamento.

São descritos, a seguir, informes práticos dos resultados alcançados nas operações de construção de estradas florestais e transporte rodoviário.

DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE ESTRADAS FLORESTAIS NA REGIÃO AMAZÔNICA

Planejamento geral

Engloba os elementos que efetuam alinhamento, os raios de curvas, declives e outros, sob diferentes condições. Em geral, os mínimos requisitos não são considerados. Por exemplo, quando uma curva mínima vertical, o raio tem que ser maior do que o normalmente usado (Tabela 1) (Brasil. SUDAM, 1977).

TABELA 1 — Aumento da largura da pista de rolamento da estrada, bem como da ponte, conforme curva horizontal.

Raio de curvatura (m)	largura aumentada em metros	
	ângulo menor de 30°	ângulo maior de 30°
20	1,5	3,0
30	1,3	2,0
40	1,2	1,0
50 — 149	1,0	1,0
150 — 299	0,5	0,5

a) **Plano de construção completo.**

Este plano mostra, em detalhes, como o trabalho deve ser executado, a fim de se conseguir a suposta qualidade da estrada.

b) **Plano de construção simplificado.**

Quando se construírem estradas de classe baixa, o plano de trabalho pode ser feito de maneira bem simples. Mostrando, em geral, como o trabalho será executado, as exigências necessárias para o material, cálculos para as máquinas e o emprego da mão-de-obra.

Documentos

O plano de construção completo consiste dos seguintes documentos :

a) **Mapa de Localização :** este mapa mostra onde o projeto está instalado, a fim de que os construtores possam encontrar a linha marcada com estacas, as quais determinam o centro do eixo de rolamento. Antes de começar a construção da estrada, a marcação com estacas tem que ser estabelecida por um maior número de pontos de referência, se necessário. Para se ter certeza de que a estrada será construída de acordo com o plano de trabalho, torna-se necessário controlar bem as medidas durante a fase de construção.

b) **Perfil longitudinal :** o perfil longitudinal é o traçado mais importante para o projeto, especialmente para a sua execução. Ex : o perfil do terreno, a linha de perfil da estrada, a localização das sarjetas, tubos, tec... Se não foi feito o nivelamento (as medições da altura), o perfil longitudinal pode ser substituído por um plano que mostra os dados mais importantes.

c) **Perfis transversais :** os perfis transversais mostram a linha de contorno do terreno e os limites extremos para os cortes e aterros.

d) **Desenhos especiais :** os desenhos especiais são necessários para grandes tubos, espaço para manobra e mudança de direção, pátios de estocagem, área de estacionamento, etc.

Explicação e conceituação

a) **Construção de uma nova estrada :** construção de uma nova estrada, a substituição da atual estrada por outra de padrão mais elevado, destinada a uma capacidade de tráfego maior do que a outra.

b) **Área da estrada :** a área destinada à construção de estradas, inclui pista de rolamento com área de cruzamentos, espaços para manobras, talude de corte, aterros, sarjetas e área desmatada, para permitir a penetração de raios solares e ventos, a fim de melhor secagem da estrada (Brasil. SUDAM 1977).

c) **Velocidade mínima :** velocidade com a qual deve trafegar o veículo, a fim de não causar danos à estrada e, ao mesmo tempo, manter econômico o transporte.

d) **Distância de visibilidade :** é a distância mínima que um motorista com seus olhos, a 1,20 m acima da pista de rolamento poderá notar um veículo que se aproxima no sentido contrário, com 1,40 m de altura.

e) **Regra geral :** a estrada florestal tem que ser alinhada, e tecnicamente desenhada, de tal maneira que seja prática no seu propósito, mas com o custo do tráfego e da manutenção o mais baixo possível.

Classe de estradas

a) **Estrada Permanente Principal :** estrada com pista dupla, com um mínimo de 8 m de largura, revestida de piçarra ou material equivalente. A velocidade mínima é de 50 km/h (terreno plano 60 km/h). Esta classe de estrada é recomendada especialmente para uma estrada importante, onde se vai trafegar em velocidade relativamente alta.

b) **Estrada Permanente Secundária :** estrada com pista única de 4 m de largura com área de cruzamento e com revestimentos de piçarra ou material equivalente. A velocidade mínima neste tipo de estrada é de 20 km/h (terreno plano 30 km/), e com um tráfego limitado e baixas velocidades.

c) Estrada Temporária para verão : estrada com pista única de 4 m de largura, áreas de cruzamentos, sem revestimento especial. Esta estrada deve ser construída de maneira mais simples, porque será para pouco tráfego e baixa velocidade. Neste tipo de estrada só trafegam veículos em épocas secas e, normalmente, a manutenção é menos intensiva. Estas três classes de estradas são geometricamente desenhadas para veículos com 24 m de comprimento, 2,5 m de largura e 4,5 m de altura.

CONSTRUÇÃO DE ESTRADA FLORESTAL

Planejamento de construção de estradas florestais

As presentes diretrizes são recomendadas quando do planejamento de estradas florestais, na Região Amazônica, para as seguintes classes de estradas :

- a) Estrada temporária para estação seca (Tabela 2).
- a) Estrada permanente secundária (Tabela 3).
- c) Estrada permanente principal (Tabela 3).

As informações a que se refere este trabalho são de natureza técnica e para um estágio em que o planejamento da "Rede de Estradas" esteja completo. Em geral este planejamento é muito importante e deve-se tomar muito cuidado, especialmente na área onde a densidade de madeira é baixa, e a uma quantidade muito limitada de espécies florestais de valor comercial. De posse da marcação e fixação das estradas que orientarão a sua abertura partimos para as outras atividades.

Desmatamento e limpeza

A operação de desmatamento para uma estrada florestal, tipo principal, necessita de se desmatar 20 m de largura, considerando-se sempre o eixo da estrada a ser construída. Os equipamentos utilizáveis indicados nesta operação para uma floresta tropical são : trator de esteira de 160 PH, com auxílio de motosserras. Torna-se imprescindível fazer-se a limpeza total ao longo da faixa, que será utili-

zada como pista de rolamento. Esta deverá ser totalmente limpa, livre de qualquer obstáculo que possa impedir a utilização de outros equipamentos. Esta faixa deverá ser de 8 m; a partir deste limite, o resto da área (restante dos 20 m) será distribuída de tal forma que haja 2 metros para sulcos e 4 metros de cada lado, com margem de segurança ao tráfego. Estas faixas de segurança não precisam ser devidamente limpas, mas sim, livres de árvores que provoquem sombreamento do leito da estrada.

Outro ponto a ser considerado é o aproveitamento do material que será usado para levantar o nível da estrada, que é retirado pela retroescavadeira, quando da altura dos sulcos de drenagem (FAO, 1978).

Drenagem

Toda estrada necessita de uma drenagem perfeita, que depende do tipo de solo, declividade, etc...

Quanto ao tipo de solo, é geralmente encontrado argiloso e arenoso, os quais necessitam ter diferentes drenagens, pelo fato de suas naturezas físicas serem diferentes. Em função do grau de declividade que apresentam, são dadas formas características aos sulcos e drenos, com profundidades e cortes compatíveis a cada situação, sempre visando uma drenagem que permita assegurar uma longevidade à estrada.

Construção de sulcos

Os sulcos devem ter dimensões de 1 x 0,5 x 1 m e deverão ser construídos com retroescavadeira mecânica. A máquina deve ficar fora da estrada, retirando o material dos sulcos e depositando-o sobre a estrada, fazendo ela própria o espalhamento do material (Fig. 1).

Construção de drenos

Devem ser construídos também com retroescavadeira mecânica, em cada depressão e não muito distante um do outro, para não provocar o entupimento dos sulcos, por areia, quando houver muita água dentro dela. Além disso, devem ser construídos drenos adicionais onde se fizerem necessários (Fig. 2).

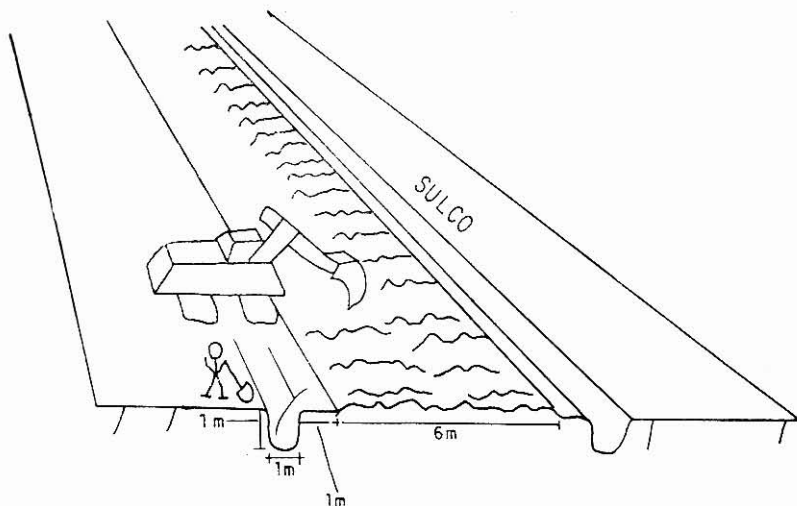


Fig. 1 — Construção de sulcos.

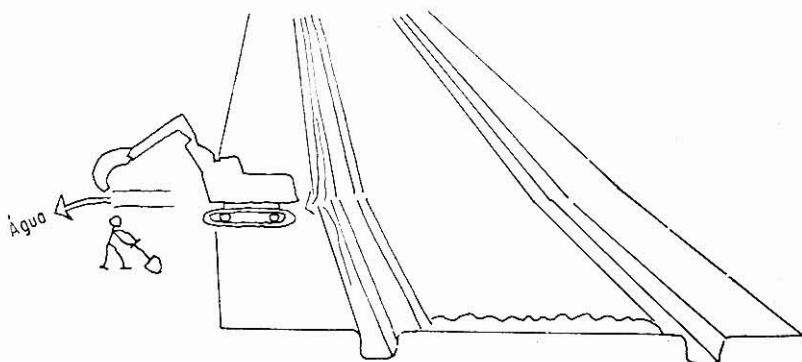


Fig. 2 — Construção de drenos.

Nivelamento e compactação final

No período seco, a pista com o aterro será nivelada e compactada pelo trator de esteira e rolo vibro-compactador. O solo deverá, então, estar em condições ótimas, ou seja, com a umidade ideal para compactação. Verifica-se na prática, a condição ideal de umidade de solo, quando se pode pegá-lo com a mão, fazer uma pequena bola que ao ser pressionada fique sulcada pelo formato dos dedos, sem soltar água.

A compactação será feita de 4 vezes (Fig. 3).

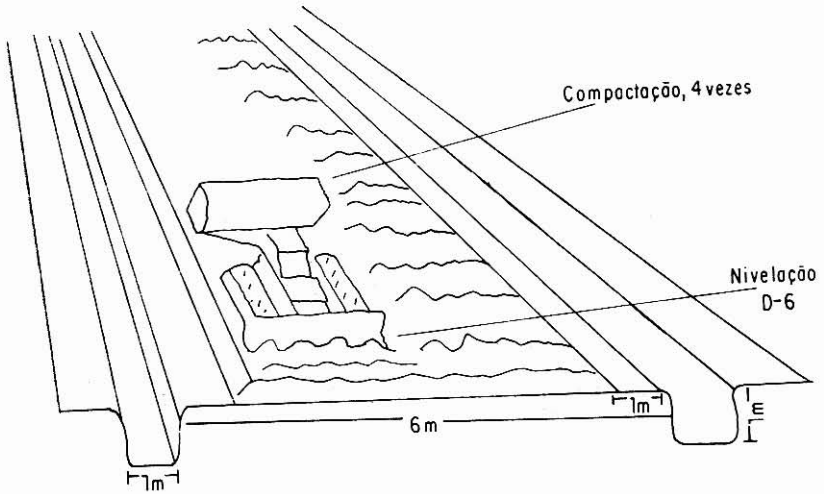


Fig. 3 — Nivelamento e compactação.

Em seguida a motoniveladora fará o nivelamento e abaulamento (Fig. 4).

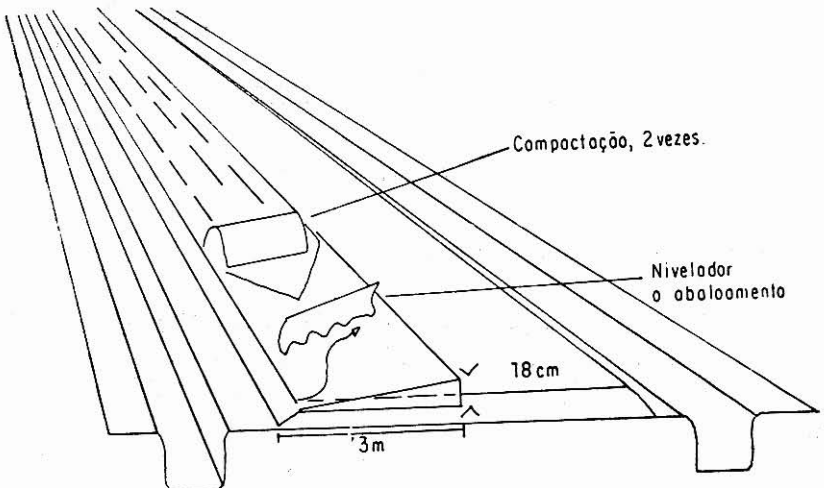


Fig. 4 — Nivelamento e abaulamento.

Após a abertura da estrada, eliminando-se todos os obstáculos, com a área preparada, podemos utilizar a motoniveladora para nivelamento e acabamento final, isto na faixa carroçável. Em seguida, poder-se-á promover o revestimento que dependerá também do tipo de solo. Este revestimento, em geral, deve possuir uma camada de 10 cm compactada.

Empiçarramento

Como fase final, será feita a distribuição de piçarra obedecendo-se as medidas de aproximadamente 68 cm de altura, por 6 m de largura. A piçarra deve ser espalhada previamente pelo caminhão basculante, ao depositar sobre a pista, sendo, em seguida, espalhada definitivamente pela motoniveladora e compactada duas vezes pelo vibro-compactador (Fig. 5).

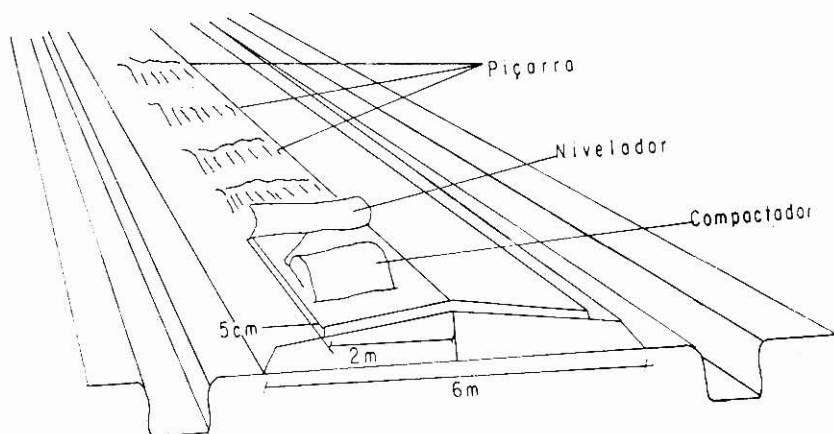


Fig. 5 — Piçarrar, nivelar e compactar.

Manutenção das estradas florestais

Para grandes projetos, onde se planeja nova exploração com grandes volumes a serem transportados anualmente, a manutenção é operação importantíssima, nunca devendo ser descuidada porque qualquer displicência trará sérios problemas para a estrada e o tráfego. Por isso é necessário construir estradas florestais principais e secundárias permanentes, de maneira perfeita, mesmo que isso represente um custo inicial alto.

Na Amazônia, em regiões florestais características planálticas e de florestas densas, a pluviosidade no período de inverno é intensa, tornando totalmente improdutivo e inviável economicamente a construção de estrada, devendo-se, sempre que possível, realizar as operações de construção de estrada na época de verão, exceto a manutenção.

A água é o pior inimigo das estradas. Para sua boa conservação é necessário que ela seja construída de tal forma, que seu leito permaneça sempre bem drenado. Para que isto aconteça, deve-se construí-la de forma abaulada e com bons drenos (Fig. 6).

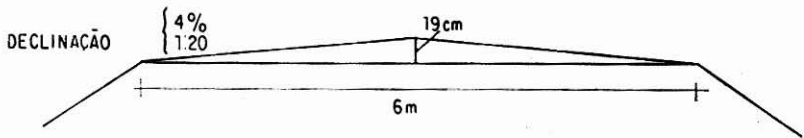


Fig. 6 — Forma de abaulamento da estrada.

Uma estrada mal construída ou mal mantida, pode ficar irreparável com as chuvas, devido à dissolução do material que, conseqüentemente, é jogado para fora pelos pneus dos veículos e máquinas. Para evitar que o mal se torne maior, é necessário o reparo imediato dos buracos. Para efetuar os reparos na estrada e tapar os buracos é necessário o seguinte :

- a) Trator x carreta carregado com piçarra ou mistura argila e areia;
- b) Dois braços com pás e picaretas ou enxadas, soquete para compactar manualmente o material dos buracos.

A operação deve ser feita da seguinte maneira :

1. Drenar toda a água do buraco (Fig. 7).

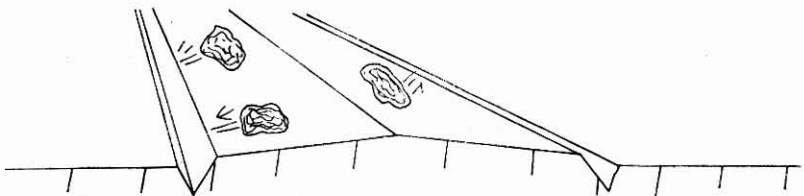


Fig. 7 — Manutenção de estrada (drenagem da água dos buracos).

2. Encher o buraco com piçarra alternadamente e compactar com soquete até cobrir totalmente o buraco (Fig. 8).

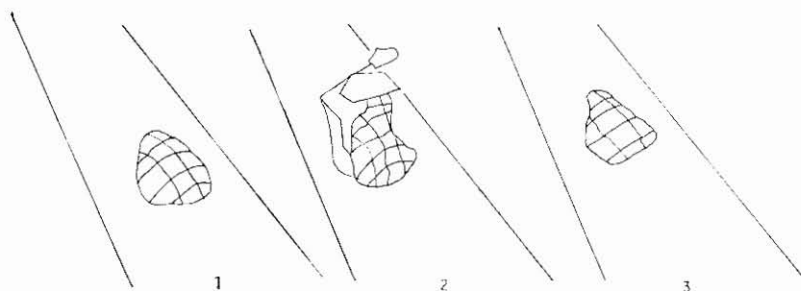


Fig. 8 — Manutenção de estrada (como tapar os buracos na estrada).

3. Depois de coberto o buraco, depositar mais um pouco de piçarra acima do nível da estrada, para que esteja sempre compactada pelos pneus das máquinas e caminhões ao trafegar.

REGRAS PARA CRUZAMENTOS E TRÁFEGOS DE VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

A manutenção de estradas florestais torna-se minimizada se levarmos em consideração os seguintes requisitos.

Áreas de cruzamento

Estas áreas são abertas em toda a extensão da estrada principal, obedecendo a espaçamentos que variam de 100 a 150 m. A construção dessas áreas obedece às mesmas exigências da estrada principal e apresenta formas semi-circulares que provêm do alargamento da estrada nessas faixas (Brasil. Ministério dos Transportes. 1973).

Cruzamento de veículos e equipamentos

Durante o período de atividade da exploração, deve ser evitado o máximo possível o tráfego de máquinas pesadas nas estradas, isto porque danificam grandemente. Quando o transporte florestal esti-

ver sendo executado, deve-se tomar medidas de segurança evitando-se também o tráfego de veículos. Isto deve-se ao fato de que o caminhão de transporte necessita desenvolver velocidade, em torno de 50 a 60 km, para poder tornar mais econômica a atividade de transporte rodoviário, em relação ao custo final por m³ transportado. Esta velocidade é perfeitamente possível nas condições viáveis de tráfego, possibilitando um fluxo de madeira compatível com a necessidade do projeto.

Quando for extremamente necessário o deslocamento de algum equipamento pesado e de veículos em situação de cruzamento, o veículo deverá permanecer na faixa de cruzamento para dar passagem ao equipamento, nunca em situação inversa, pois ao cruzar o leito da estrada, o equipamento irá danificá-la mais ainda.

Em caso de necessidade, os caminhões e máquinas pesadas sempre têm preferência de tráfego. Um caminhão ou uma máquina pesada nunca deve retroceder para dar passagem a um veículo pequeno de fácil manejo, pois isso pode provocar sua caída dentro dos sulcos da estrada podendo acarretar os seguintes problemas :

- a) Maior estrago na estrada;
- b) Uma máquina pesada é mais difícil de rebocar;
- c) Maior despesa devido ao seu alto custo horário.

Para efetuar o cruzamento, os operadores devem procurar um local onde a estrada seja mais larga. Se for possível o cruzamento sem retroceder o veículo menor, a máquina ou o caminhão, devem se encostar o mais próximo possível dos sulcos, sem se arriscarem a cair nele. Feito isso, deverá parar, e o veículo menor que é de fácil manejo e mais leve para ser rebocado, caso caia no sulco, será adicionado.

OBS : Os motoristas que, ao trafegarem com seus veículos, destruírem sulcos ou provocarem buracos na estrada têm de reparar imediatamente. Para isso devem trazer sempre em seu veículo pás ou enxadas. Devem ser responsáveis e dirigir com cuidado, evitando danos às estradas.

Maneiras corretas e erradas de trafegar :

Errado : Provoca valetas e buracos na estrada e retira a piçarra da pista (Fig. 9).

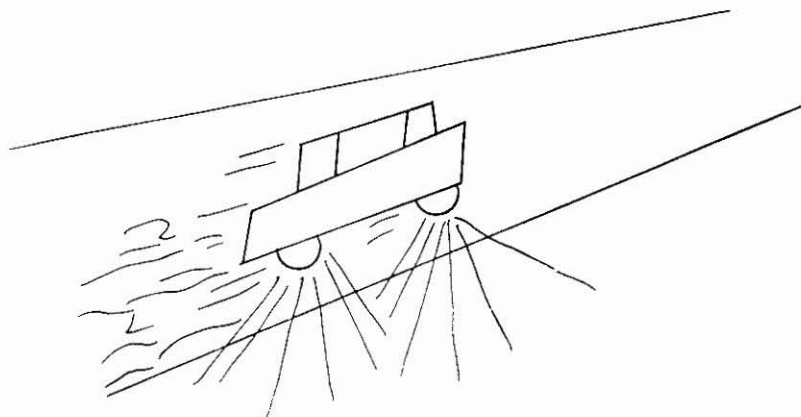


Fig. 9 — Forma errada de tráfego.

Certo : ocasiona mínimos danos à estrada (Fig. 10).

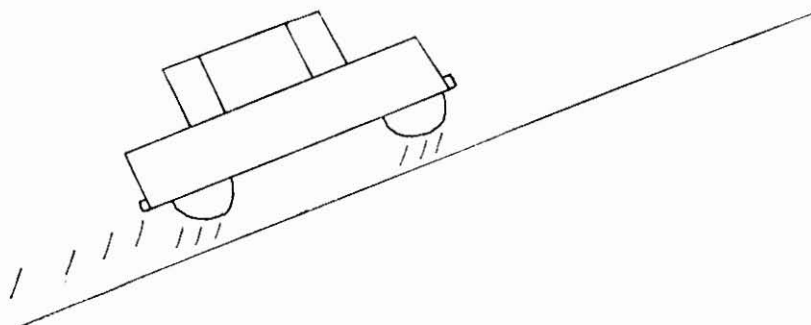


Fig. 10 — Forma correta de tráfego.

Errado : Voltar cruzando os sulcos. Isto estraga os mesmos e provoca corte na corrente de água. Pode provocar também atolamento e danos à própria estrada (Fig. 11).

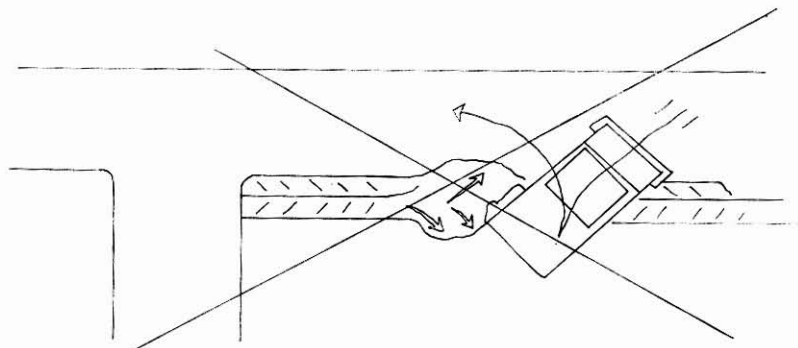


Fig. 11 — Forma errada de manobra na estrada.

Certo : Nenhum risco de atolamento ou prejuízo à estrada (Fig. 12).

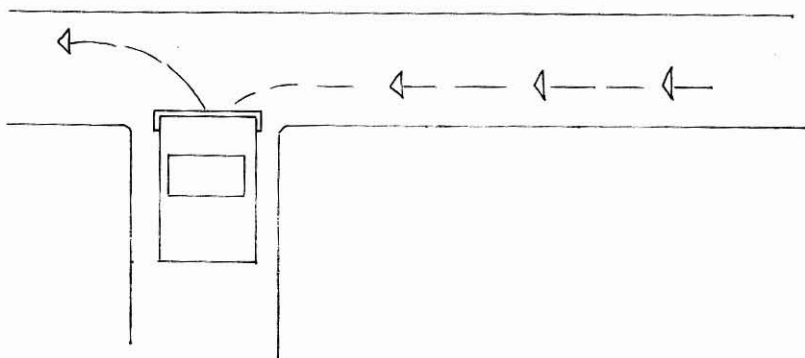


Fig. 12 — Forma correta de manobra na estrada.

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO À CONSTRUÇÃO DE ESTRADA FLORESTAL

O dimensionamento e forma dos equipamentos estão diretamente proporcionados à densidade da estrada a ser construída por ano, e à urgência com que deverá ser construída.

Em experiências obtidas em Curuá-Una, utilizaram-se, na construção das estradas, os seguintes equipamentos :

- 01 Trator de esteira CAT D6
- 01 Motoniveladora HWB 140 M
- 01 Retroescavadeira FIAT-ALLIS 590.
- 01 Carregadeira frontal MICHIGAN 85 Alt.
- 01 Carregadeira frotal CASE — W20
- 01 Caçambas basculhantes DODGE
- 01 Trator CBT 1105 x Rolo compactador TT vç 15.

Esses equipamentos, de um modo geral, aprovaram, com certas inconveniências, tais como, marcas diferentes de fabricação.

Aconselha-se unificar ao máximo as marcas de fabricação, pois facilita a manutenção e reposição de peças, fator muito importante.

MÃO-DE-OBRA UTILIZADA

A mão-de-obra precisa possuir conhecimentos básicos de construção, a fim de tornar compreensíveis as atribuições que lhes foram outorgadas e facilitar a administração dos engenheiros responsáveis.

Cada equipamento, com execução das carregadeiras e caçambas, necessita de um ajudante de categoria braçal, a fim de prestar auxílio imediato ao operador, em caso de inconveniência.

Os operadores devem possuir conhecimentos operacionais, se possível de toda a maquinaria, a fim de possibilitarem a substituição de qualquer operador, em caso de ausência.

Além do engenheiro responsável é necessário um Técnico de nível médio, com capacidade para se responsabilizar por equipes de trabalho, na construção.

TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE MADEIRA

Este item foi incluído neste informe por junção direta e justificativa de construir-se estradas florestais. Dependendo do volume de madeira a ser transportado anualmente e do tipo de estrada a ser

construída, é que será então escolhido o tipo de caminhão de transporte que deverá ser utilizado. Este, por sua vez, determinará o equipamento de carregamento a ser adquirido.

Como se pode notar, deve haver uma perfeita compatibilidade para estas operações, visando logicamente um equilíbrio, quanto aos tipos de estradas, caminhões de transporte, o de carregamento e descarregamento. Em geral, tem-se comprovado que, quanto maior a distância de transporte, maior será o caminhão usado no mesmo.

Caminhão

Quando se trata de transporte à curta distância, a operação de carregamento se converte no elemento principal do tempo total de viagem, especialmente quando se usam grandes caminhões, numa excessiva proporção de tempo; o ciclo se inverte em carregamento e descarregamento, por espera de outros caminhões ou por outros motivos.

É mais econômico, à medida que a distância aumenta, utilizarem-se caminhões com maior capacidade de carga (Tabela 4).

Com referência à força do motor, há um dístico dos Estados Unidos que diz: "Um caminhão carregado é capaz de subir uma declividade de 3% e uma estrada de boa qualidade com 32 km/k. Equivalente, aproximadamente, a uma relação peso/potência de 180 kg/HP" (Brasil. Ministério dos Transportes, 1973).

Em distâncias longas convém também equipar o caminhão com reboque para aumentar ainda mais sua capacidade de carga.

Reboque

Na Região Amazônica, transporta-se, da mata nativa, quase que exclusivamente, toras de grandes dimensões.

Isto implica no uso de reboques especiais, preferivelmente, semi-reboques. Esses reboques também dão a possibilidade de transportar fustes de grandes dimensões. Existe uma lei de balança para as estradas públicas que limita o comprimento e a altura da carga, mas fora destas estradas podem ser transportadas toras maiores.

Para transportar toras de grandes dimensões, foi introduzido experimentalmente um reboque com cambão telescópico na exploração florestal de Curuá-Una. Este sistema permite aumentar ou diminuir seu comprimento, de acordo com as exigências.

Este reboque é acoplado por um engate ao caminhão. O reboque é composto de dois eixos (traseiros), cascalho com fueiros dobráveis sobre a suspensão, cambão telescópico, cascalho com mesa giratória sobre o carro trator e fueiros dobráveis e malha atrás da cabina para proteção. Este reboque poderá vir com pneus tipo lameiro. Em longas distâncias, sem carga, pode-se transportar o reboque sobre o carro trator (Fig. 13).

Robson drive

Para grandes carregamentos, é necessário que os caminhões tenham eixos traseiros duplos. Deve-se proceder um estudo para que se saiba a necessidade de tração, se nos dois eixos, ou apenas em um. Deve-se usar trações nos dois eixos, quando o caminhão estiver trabalhando em estradas muito ruins, sendo, também, às vezes, necessário tração no eixo dianteiro.

Quando se trabalha com caminhões com dois eixos traseiros, com tração em apenas um deles, em estradas muito ruins, com muitos buracos, o eixo com tração pode ficar facilmente suspenso, não sendo portanto recomendado. Se o caminhão trabalha em boas estradas não haverá este perigo, sendo, portanto, este sistema o ideal para estas condições.

Se somente pequenos trechos da estrada em que o caminhão vai trabalhar for ruim, pode-se usar tração em apenas um eixo e equipar o caminhão com Robson drive. Este acessório permitirá a distribuição de tração do eixo que a tem para o outro eixo de acordo com a necessidade. Só se deve usá-lo, quando o eixo com tração estiver suspenso ou deslizando muito. Passando os obstáculos, deve-se desligá-lo para evitar o desgaste dos pneus.

O Robson drive é formado por uma pequena roda dentada com diâmetro aproximado de 20-25 cm e com um eixo central ecoplado a um dispositivo hidráulico. Por meio deste dispositivo, a roda denta-

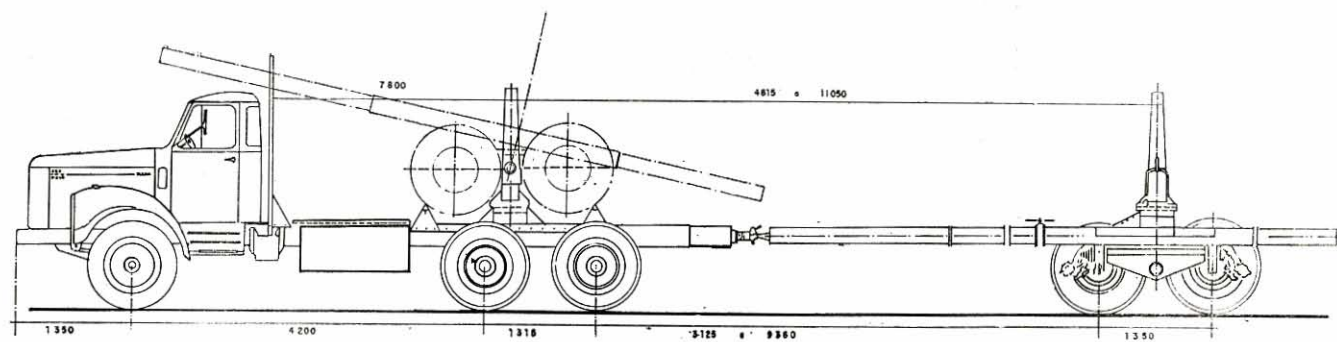


Fig. 13 — Caminhão de madeira com semi-reboque.

da pode ser movida perpendicularmente ao terreno, para que fique entre os pneus, e em contato com estes, desde que se faça necessário seu uso (Fig. 14).

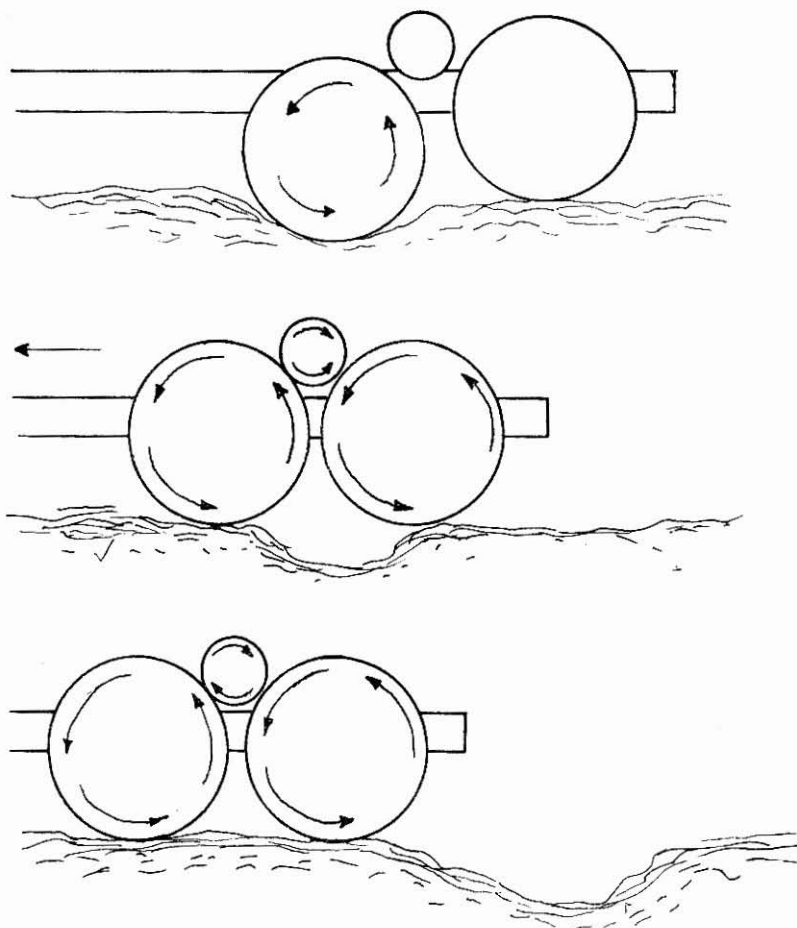


Fig. 14 — Robison drive.

Quando se precisa distribuir a tração nos dois eixos, desce-se a roda do acessório e, terminado seu uso, sobe-se esta. Para melhor ilustração este equipamento se assemelha às antigas rodas propulsoras das embarcações que navegam no rio Mississipi.

CARREGAMENTO DE MADEIRA

Métodos diversos

Para se efetuar o carregamento, existem vários métodos e equipamentos. Desde os métodos exclusivamente manuais até o mais complicado, por meio de tratores, carregadeiras e sistemas de guinchos ou guindastes. Usa-se o método mais adequado para cada situação. As funções terminais do carregamento e descarregamento exercem uma influência direta na produtividade e custo de transporte (FAO, 1978).

O importante é conseguir um tempo mínimo da viagem de ida e volta. O fator mais importante é a seleção de método e o equipamento de carregamento, em relação ao volume total ou peso da madeira que se tem a transportar. Quando se trata de pequenos volumes de madeira, o equipamento a ser adquirido terá que ter um custo baixo (Tabela 4).

Em caso de se ter um volume limitado extraído por hectare, o volume a ser carregado em cada pátio poderá ser relativamente pequeno, então é indispensável dispor de um equipamento com grande mobilidade, como aqueles que são sobre o caminhão transportador de madeira.

Na seleção de equipamento e do método de carregamento tem-se que tomar em conta a possibilidade de usá-lo durante a época, quando os pátios ficam com lamas.

O equipamento muito comum na Amazônia, é a catraca manual, tem bom funcionamento e baixo custo, mas a operação é muito lenta. Pode-se também usar plataformas, ou colocar o caminhão em um fosso e depois empurrar as toras com a ajuda de um pequeno trator para cima do caminhão, aproveitando-se, sempre que possível, a gravidade para mover e carregar as toras. Também pode-se usar tratores com guincho e um "logging arch" para obter a altura suficiente para o carregamento, ou pode-se usar um guincho com o auxílio de uma armação em forma de A. Estes tratores são colocados do lado oposto ao carregamento do caminhão.

Quando se trata de uma grande produção (300 a 400 m³/dia) a carregadeira frontel satisfaz mais com uma desvantagem, porque esta

dependerá de uns bons pátios. Estes pátios têm que ser excelentes para a carregadeira poder operar com seu maior índice de produtividade, o que corresponde, normalmente, à época seca. Na época de chuva, a situação da produção da carregadeira desce até 50% e causa muitos danos aos pátios. Nesta época, muitas vezes é impossível manter os pátios em condições que permitam o uso de carregadeiras, mesmo com esteiras. E para colocar estes pátios em condições torna-se demasiado oneroso.

Existe um método muito usado na Malásia, que consiste em se levantar o eixo matriz do caminhão com um macaco e colocar-se um suporte para que permaneça estável e seguro com as rodas levantadas do solo. Engata-se um cabo entre as rodas, e passa-se este por uma polia (roldana) até as toras, então as mesmas serão guinchadas até em cima do caminhão usando a força motriz deste veículo e as rodas, como guincho. Para facilitar o carregamento usa-se também dois trilhos como rampas.

Guincho auto-carga

Outro método também usado em várias partes do mundo é o guincho auto-carga montado no próprio caminhão (Fig. 15).

As vantagens deste método são várias: é barato, chegando seu custo a ser 10 (dez) vezes menor do que o custo de uma carregadeira com a mesma capacidade de carga sensível. O carregamento realiza-se bastante rápido (a carregadeira frontal o faz mais rápido), podendo-se carregar toras pesadas e trabalhar independentemente das condições do pátio. Quando se usa semi-reboques, pode-se carregá-lo e descarregá-lo com o guincho para cima do cavalo-trator, quando se trafega em grandes distâncias sem carga. A desvantagem deste equipamento é que, quando existe grande número de caminhões, cada caminhão deve ter seu guincho. As toras devem estar bem arrumadas na hora do carregamento.

O guincho auto-carga é composto de dois tambores e está montado no cavalo trator, o seu funcionamento dá-se com o auxílio do motor do caminhão, fazendo-se, através de um sistema de cabo e roldanas, o carregamento e descarregamento das toras. Está sendo introduzido experimentalmente este tipo de carregamento na região, com algumas adaptações mas, ainda não se têm resultados concretos.

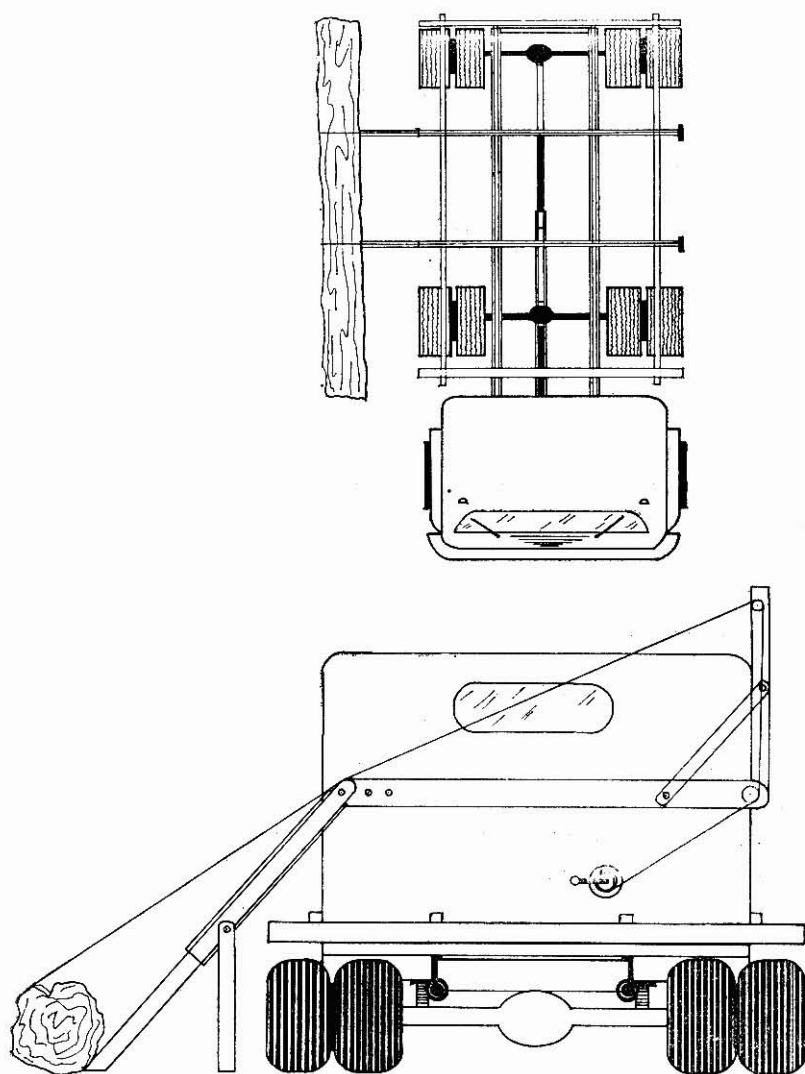


Fig. 15 — Guincho auto carga.

Descarregamento

O descarregamento pode ser feito de várias maneiras. Por exemplo : fazendo com que o caminhão carregado passe um dos seus lados sobre uma pequena rampa, para as toras rolarem do lado oposto. Outro método é empurrar as toras com u'a máquina, carregadeira, trator, etc... Finalmente, através de um guincho e guindaste.

PRODUÇÃO E CUSTOS

Os fatores de produção aplicados nas operações de estradas e transporte florestal, isto é, mão-de-obra e maquinaria, devem ser combinados de modo efetivo.

A fim de permitir generalização, as diferentes atividades de trabalho devem estar relacionadas às condições determinantes de custo. Para o controle de produção foram preparadas e preenchidas fichas diárias para cada máquina por atividade. Os principais elementos considerados foram os seguintes :

— Tempo efetivo trabalhado e a produção de cada máquina por atividade.

— Tempo perdido por diferentes razões.

Os custos são calculados, considerando-se os seguintes componentes : depreciação, juros, seguros, reparos e manutenção, combustível, lubrificantes e graxas (FAO, 1974).

Das experiências já realizadas, principalmente em Curuá-Una, chegou-se ao seguinte quadro de produção e custos (estradas e transporte rodoviário).

O controle de produção e custo é fundamental para que se consiga realizar as operações de forma econômica e serve como base para futuros planejamentos e organização dos trabalhos.

TABELA 2 — Custo de construção de estradas de verão.

máquina	atividade	produção	custo/km
Trator de esteiras (140 HP)	Destocamente e limpeza	80 m/h	7.225,00
Motoserra	Derruba e traçamento	80 m/h	1.662,00
Motoniveladora	Terraplenagem e nivelamento	250 m/h	1.584,00
	Marcação da estrada com estacas antes de começar a construção		1.500,00
	soma	Cr\$	11.971,00
	outros	10%	1.971,00
	total		13.942,00
Cr\$ 14,00/m ou Cr\$ 14.000,00/km			

Manutenção de estradas 10% do custo de construção das estradas, ou seja, Cr\$ 28.970,00.

TABELA 3 — Custo de construção de estrada permanente principal.

Máquina	atividade	estrada permanente principal		estrada permanente secundária	
		produção	custo Cr\$/km	produção	custo Cr\$/km
Trator de esteira (140 HP)	Destocamento e limpeza	39 m/h	14.820	46 m/h	12.570
Motosserra (90 cc)	Derruba e traçamento	32 m/h	4.160	46 m/h	2.890
Escavadeira 92 HP (0,7 m ³)	Terraplenagem e drenos	20 m/h	32.950	25 m/h	28.360
Rolo pé de carneiro	Compactação	10,3 km/h	3.690	7,35 km/h	2.630
Rolo liso	Compactação	2,5 km/m	990	1,35 km/h	480
Motoniveladora (140 HP)	Nivelamento e espalhamento de piçarra	100 m/h	3.960	125 m/h	3.170
Carregadeira de rodas (130 HP)	Carregamento de piçarra	72 m ³ /h	5.980	72 m ³ /h	3.480
Caçamba basculante (3 m ³)	Transporte de piçarra	2,5 m/h	80.000	4,3 m/h	46.510
Marcação da estrada com estacas antes de começar a construção			3.500		2.500
		soma	150.050,00		100.590,00
		+ 10%	15.005,00		10.059,00
		total	165.055,00		110.649,00

Custo total da estrada permanente principal Cr\$ 165/m

Custo total da estrada permanente secundária Cr\$ 111/m

TABELA 4 — Tabela de custos de transporte, carregamento e descarregamento.

máquina	atividade	produção	custo operacional em Cr\$ por m ³	
Carregadeira MICHIGAN 8 5 ART	caminhão Carregamento e	108 m ³ /h	397/h	3,67
SCANIA VABIS LTIII c/ semi reboque	Transporte rodoviário	28 m ³ /h	480/h	17,14
Carregadeira CASE W20	Desembarque e caminhão	466 m ³ /h	359/h	0,77

RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES

Recomendações

1. Que seja feito um estudo intensivo sobre construção de estradas florestais permanentes e de verão, em áreas zoneadas para exploração florestal, a fim de que se tenha dados mais preciosos sobre construção de estradas.

2. Deve-se realizar testes com equipamentos utilizados em carregamento de caminhões florestais com guincho auto-carga, tratores com guincho, catraca mecânica, carregadeira frontal, levando-se em consideração as diferentes condições de exploração florestal, a fim de se ter opções que possam ser econômica e tecnicamente viáveis para cada tipo de investimento ou projeto florestal.

3. Deve-se aproveitar estes estudos com os equipamentos testados para se realizarem demonstração e divulgação, bem como, para dar treinamento e cursos a pessoal de todos os níveis.

Conclusões

Este estudo mostra a possibilidade de se conseguir um custo de construção de estrada florestal e transporte rodoviário plenamente viável e econômico, desde que o material compactante, piçarra ou semelhante, tenha acessibilidade de extração e transporte, e a topografia do terreno seja plana ou suave-ondulada, incluindo-se gastos

com planejamento, instalação, alimentação e manutenção da infraestrutura. Podendo ser técnica e economicamente possível, desenvolver na Floresta Amazônica este tipo de trabalho em áreas que apresentem características semelhantes.

COSTA FILHO, P. P. & COSTA, H. B. da. **Construção de estradas florestais e transporte florestal rodoviário da região Amazônica**. Belém, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, 1980. 30p (EMBRAPA.CPATU. Circular Técnica, 6).

ABSTRACT: This document aims at showing, firstly, the need for an efficient road network in rational forest exploitation operations, because all the subsequent operations are based on the road network; secondly, to show the construction of different types of roads is necessary for the flow of raw material, for example, main permanent roads of 6 m. Wide with a cost estimated of Cr\$ 165.055/km, and a dry — weather roads of 3,5 m wide at Cr\$ 14.000/km. So, because of the road network it becomes necessary to have a good forest transport system. Thus depending on the production of the industry. One determines the types and capacities of the logging trucks in which the most important piece of equipment is the logging truck. For example, a logging truck with a capacity of 28 m³ has an operational cost of Cr\$ 480/ha and Cr\$ 17,14 m³.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Normas para o projeto das estradas de rodagem**. Rio de Janeiro, 1973. 26p.
- BRASIL. SUDAM. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da exploração mecanizada em floresta de terra firme — região de Curuá-Una**. Belém, 1977, 133p.
- FAO, Roma. **Exploitation et transport des grumes on forêt dense tropicale; méthodes de travail et calcul des couts**. Rome, 1974. 100p. (FAO. Mise en valeur des forêts, 18).
- FAO, Roma. **Planificación de carreteras forestales y sistemas de aproveitamientos**. Roma, 1978. 171p. (FAO, Estudio montes, 2).