

BASES PARA PLANEJAMENTO DE REDE VIÁRIA EM REFLORESTAMENTO NO SUL DO BRASIL

Carla Maria Camargo Corrêa*, Jorge Roberto Malinovski**, Glaucio Roloff***

*Eng. Florestal, Dr.^a, Depto. de Ciências Florestais, UFPR - camargo@floresta.ufpr.br

**Eng. Florestal, Dr., Depto. de Ciências Florestais, UFPR - jrmalino@floresta.ufpr.br

***Eng. Agrônomo, Ph.D., Depto. de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR - groloff@ufpr.br

Recebido para publicação: 03/03/2006 – Aceito para publicação: 07/06/2006

Resumo

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, como também as atividades de prevenção e combate a incêndios. As áreas de reflorestamento deverão apresentar uma rede viária básica com boas condições de trafegabilidade, de forma a permitir a implantação e manutenção do povoamento. A disposição desse traçado deverá admitir a inserção da rede viária complementar, pela ocasião da colheita de madeira. Assim sendo, o planejamento deverá assegurar as atividades produtivas, reduzindo os impactos ambientais decorrentes. O objetivo deste trabalho é apresentar parâmetros técnicos importantes para o planejamento, construção e manutenção de rede viária de uso florestal, de forma a estabelecer um equilíbrio entre os aspectos socioeconômicos e a viabilidade técnica e ambiental, tendo como premissa a sustentabilidade do empreendimento.

Palavras-chave: Rede viária; planejamento; parâmetros técnicos.

Abstract

Basis for planning roadways in forest plantations in southern Brazil. The forest roadways is composed of diverse ways of access, whose purpose is to take care of to the necessities of load transport and services, as also the activities of prevention and control the fires. The reforestation areas will have to present, a priori, a basic road net with good conditions of trafegability to allow the implantation and maintenance of the stands. The disposal of this tracing will have to admit the insertion of the complementary road net for the occasion of the wood harvest; however, the planning will have to assure the productive activities reducing the ambient impacts. This work aims to present technical parameters important to be used in planning, constructing and maintaining roadways in commercial forests. These parameters are meant to maintain a balance between social and economical aspects, and the technical and environmental viability, as a way to achieve enterprise sustainability.

Keywords: Forest roadways; planning; technical parameters.

INTRODUÇÃO

A rede viária é um tipo de empreendimento 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. Malinovski *et al.* (2004) citam que as estradas representam, depois da floresta, o maior investimento num empreendimento florestal além de apresentar longo período de depreciação, sendo composto por diferentes custos em função do padrão escolhido. Os custos num projeto de estrada 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). A composição da rede viária de uso florestal é definida em função do tráfego associado às características técnicas, podendo ser classificada em: estradas primárias, estradas secundárias, divisoras, contorno, estradas terciárias, aceiros, trilhas, ramais ou caminhos de máquinas.

No que se refere à questão ambiental em estradas, a água é o principal agente desencadeador de processos erosivos, os quais representam o problema central no diagnóstico ambiental em estradas, provocando instabilidade nas encostas apresentando como conseqüências perda de área produtiva e comprometimento do sistema de drenagem. De acordo com Grace III (2002), o mau planejamento de estrada pode aumentar consideravelmente os níveis de erosão, considerando que os sedimentos carreados pela enxurrada se depositam em porções mais baixas da paisagem, resultando no assoreamento e poluição de mananciais. O tráfego pesado usado em área florestal, interage com a água provocando o desencadeamento de processos erosivos nas estradas. Dessa forma, medidas de controle ou projetos de prevenção deverão estar contempladas no planejamento de estradas de uso florestal. Egan (1999) corrobora essa afirmação, ao sugerir que o manejo da água representa o maior desafio no planejamento e construção de estradas florestais.

Princípios envolvidos no planejamento de rede viária

Aspectos sociais

As estradas de uso florestal são responsáveis pelo desenvolvimento econômico de uma região, proporcionando a ligação entre pólos potencialmente ricos e a consolidação da economia local e regional, facilitando o escoamento da safra e a geração de emprego e renda. Maderna (2002) menciona que estradas proporcionam o desenvolvimento cultural (melhores oportunidades de estudo, saúde, recreação e turismo para a população) e, como conseqüência, a fixação das famílias em área rural; paradoxalmente, resulta em aumento de acidentes de tráfego e poluição sonora, especulação imobiliária e, em condição de tráfego intenso, geram poeira e problemas respiratórios à população.

Aspectos econômicos

A rede viária está diretamente relacionada com os aspectos de produção e suprimento, tornando-se indispensável para as atividades de silvicultura (implantação da floresta, tratamentos culturais e silviculturais e, posteriormente, nas atividades de colheita e transporte florestais). Guimarães (2004) sugere que o planejamento e manutenção da rede viária estejam contemplados nos processos estratégicos da logística de produção florestal, pois interfere diretamente no desempenho geral da empresa florestal. Sene (2004) atribui ainda alguns destaques sobre a logística operacional da empresa, ressaltando que a qualidade da rede viária está diretamente relacionada com o tempo despendido em percurso de transporte e manutenção mecânica, durabilidade dos componentes do veículo, ocorrência de acidentes e níveis de impacto ao meio ambiente.

Aspectos ambientais

O planejamento de rede viária envolve estudos, levantamentos, projetos, construção e operações, visando identificar pontos vulneráveis a problemas ambientais e propor medidas que minimizem os impactos decorrentes do empreendimento. Maderna (2002) recomenda que as empresas em vias de implantação de um projeto de construção de estradas estejam sujeitas à apresentação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), devendo apresentar as seguintes atividades: diagnóstico ambiental (meio físico, biótico e socioeconômico), análise de impactos ambientais do projeto e suas alternativas, estudo de medidas mitigadoras e elaboração dos programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos. Esse estudo deverá estar associado ao Relatório de Impactos Ambientais (RIMA), apresentando informações e conclusões relativas aos objetivos e justificativas do projeto, às alternativas tecnológicas, aos diagnósticos ambientais, aos impactos ambientais, à qualidade ambiental futura (com e sem projeto), às medidas mitigadoras, aos programas de acompanhamento e monitoramento e às recomendações das alternativas mais favoráveis. Além disso, de acordo com a Lei Nº 13.448, de Auditoria Ambiental de 11/01/2002, estão sujeitas à inspeção e devem apresentar relatório anual relativo aos aspectos ambientais, com registros através de imagens da área antes e durante a implantação do projeto, a fim de se avaliar os impactos decorrentes do empreendimento.

Aspectos técnicos

O planejamento de rede viária deverá contemplar de forma equilibrada as questões sociais, econômicas, ambientais e técnicas. A construção da rede viária começa pelo planejamento (elaboração de anteprojetos e projetos fundamentados em mapas e imagens das áreas), seguido da construção

(implantação dos projetos em campo) e dos procedimentos de manutenção e conservação. Malinovski *et al.* (2004) entendem que durante o planejamento é necessário o levantamento geral da área, que consiste numa avaliação preliminar dos aspectos relacionados à hidrologia, geologia e geotecnia, topografia, solos, clima, localização, tamanho da área, trafegabilidade, recursos financeiros e à rede viária preexistente. Essas informações servirão de base para a elaboração do anteprojeto ou projeto geométrico. Camargo Corrêa (2005) e Pontes Filho (1998), propõem que o planejamento contemple as seguintes fases:

- A primeira fase contempla o reconhecimento da área para a definição do traçado, diretriz gerais e parcial com os custos preliminares (levantamento e análise dos dados da região, através de mapas, cartas, fotos aéreas, sistemas de informações geográficas, topografia, dados socioeconômicos, tráfego, estudos geológicos e hidrológicos, interesse da empresa, rede viária existente etc.).
- A segunda fase consiste na exploração de campo, que deverá estar fundamentado nos levantamentos topográficos, associados aos estudos de tráfego, hidrologia, geologia e geotecnia e servirão de base para a elaboração dos anteprojetos de terraplanagem, drenagem, pavimentação e geométrico. Nesse momento, são escolhidos os pontos de interseção das tangentes, determinação de coordenadas e cálculo do comprimento das tangentes, escolha e dimensionamento dos raios de curvas horizontais e verticais, estaqueamento do traçado (com equidistância de 20 m), levantamento do perfil do terreno em relação ao traçado escolhido, escolha dos pontos de interseção das rampas e determinação das cotas e estacas das mesmas, cálculo de declividade e comprimento de rampas.
- A fase final corresponde ao projeto, no qual é feito o detalhamento do anteprojeto (cálculo de todos os elementos necessários para a definição dos projetos em planta, perfil longitudinal e seções transversais), bem como o conjunto de projetos (memórias de cálculo, justificativas, soluções e processos adotados, quantificação de mão-de-obra, especificação de materiais, método de execução e orçamento).

Planejamento da rede viária

O planejamento da rede viária de uso florestal é composto basicamente de duas fases: o macroplanejamento, que tem por objetivo atender as necessidades intrínsecas à implantação e manutenção do povoamento (transporte de cargas e serviço para atividades de preparo do solo, plantio, controle de pragas e combate a incêndios). Esse traçado deverá permitir a inclusão da rede viária complementar, que ocorrerá no momento da colheita e transporte de madeira – essa segunda fase é definida como microplanejamento. Malinovski *et al.* (2004) sugerem que o planejamento total da rede viária apresente indicações da rede viária básica na ocasião do plantio, e da complementar, na ocasião da colheita. Desta forma, a construção de estradas de uso florestal deve ser iniciada durante o preparo do solo para plantio, buscando-se escalonar os investimentos, levando-se em consideração a necessidade de implantação da rede viária complementar, de forma a atender ao transporte da madeira na ocasião da colheita de madeira.

Macroplanejamento

Essa fase compreende todas as etapas que descritas no planejamento de rede viária devendo apresentar as seguintes características: baixa densidade de estradas, traçado definitivo, e permitir a construção da rede viária complementar na ocasião da colheita e transporte, também definida como microplanejamento.

Microplanejamento

Essa fase do planejamento consiste no dimensionamento da rede viária básica para atender as necessidades da colheita e transporte de madeira, através de informações obtidas de levantamento (mapas, fotografias ou imagens), com informações georreferenciadas e caracterização física da rede viária existente, identificando as áreas onde serão feitas proposições dos traçados complementares. Nessa ocasião, a densidade de estradas aumenta consideravelmente, para facilitar o escoamento de matéria-prima. Essa nova configuração irá agravar a degradação ambiental, em função do transporte pesado e excessivo. Na tentativa de reduzir esses impactos, deverão ser identificados os pontos críticos e apresentadas medidas mitigadoras.

Etapas em um planejamento de rede viária

A definição do traçado é feita através de levantamento detalhado das seguintes informações:

- Geologia e geotecnia, necessárias para definição das áreas de corte e aterro.
- Climatologia, que fornece informações sobre o regime de pluviosidade.
- Hidrologia, importantes para definição da rede de drenagem.
- Classificação de solos, imprescindíveis para identificação de áreas que apresentam baixa capacidade de sustentação.
- Planialtimetria, essenciais para definição dos alinhamentos verticais e horizontais.
- Sistemas de informação geográfica, que reúnem as informações do meio físico necessário para definição do traçado.
- Projetos de prevenção e controle de erosão e definição do projeto de pavimentação.
- Sistema de manejo, que reúne as características dos produtos a serem transportados e o sortimento, definem o sistema de colheita e conseqüentemente a composição viária necessária.
- Rede viária existente, possibilidade de aproveitamento ou não em função dos padrões técnicos, tipo de ligação com estradas privadas ou institucionais.
- Trafegabilidade, características da composição de transporte utilizada.
- Interesses sociais e políticos, parcerias governamentais na construção de estradas institucionais.
- Viabilidade econômica, disponibilidade financeira por parte da empresa.
- Exequibilidade técnica, o traçado deverá atender aos aspectos técnicos assegurando o mínimo de impactos ambientais decorrentes do empreendimento.

O levantamento dessas informações, quando efetuado de forma eficiente, possibilita o descarte ou atenua os efeitos de condições desfavoráveis aos traçados como:

- Rampas acentuadas (caso ocorra deverá ser longa).
- Curvas fechadas (reduzir ou extinguir).
- Cruzamentos sem visibilidade.
- Sistema de drenagem deficiente (proporcional a durabilidade da estrada, terrenos planos deverá manter a declividade lateral ou greide mínimo de 3%, para garantir o escoamento da água).

Essas informações estão dispostas na figura 1, que representa um fluxograma das etapas envolvidas no planejamento de rede viária.

A densidade de estradas é definida durante o traçado, sendo um fator determinante na composição dos custos do empreendimento, pois, quanto maior a densidade de estradas, maior será os custos de construção e manutenção, menor a área produtiva e, quando associada ao mau planejamento ou a sistema de drenagem deficiente, maior será a predisposição a processos erosivos e conseqüentes assoreamento de mananciais. O planejamento adequado de estradas deve minimizar o gradiente ou declividade da estrada, buscando a localização mais apropriada e evitando altas densidades. Considerando-se que as taxas de erosão estão diretamente relacionadas com o comprimento total de estradas em uma bacia. Para efeitos de certificação, Zakia (2001) sugere que, a densidade de estradas deve se manter entre 30 e 40 m/ha, admitindo-se até 60 m/ha, não devendo ultrapassar 100m/ha em média, considerando todo o sistema viário de uso florestal.

Definido o traçado, a próxima fase é o planejamento dos elementos geométricos, conforme figura 2, que são expostos através de projetos geométricos, Machado *et al.* (2000) reconhecem que os parâmetros técnicos mais importantes na definição da qualidade da rede viária são:

- Geometria vertical (greide e comprimento de rampa);
- Geometria horizontal (influenciada pelo relevo, velocidade diretriz, distância de visibilidade, tipo de solo etc.);
- Superfície da pista de rolamento (em estradas florestais, geralmente encontra-se o solo em seu estado natural), e
- Largura.

Projeto geométrico em planta, alinhamento horizontal ou elementos planimétricos em estradas

O projeto em planta consiste na disposição de uma série de alinhamentos retos, ajustados às curvas de concordância horizontal, com as seguintes informações: perfil do terreno, greide, estacas e cotas dos pontos predeterminados, ordenadas, comprimento e raios das curvas verticais de concordância, rampas em porcentagem, cotas das linhas do greide em estacas inteiras e em locais de seções transversais

especiais, localização e limite das obras de arte especiais, com indicações e dimensões de cotas e perfil geológico (MEDEIROS, 1997). Malinovski *et al.* (2004) sugerem que seja estabelecido em planta as tangentes e curvas horizontais através do levantamento planialtimétrico, projetando-se sobre elas todos os componentes da estrada: pista, acostamento, valetas, faixas de domínio, elementos de cálculo, acessos e outros.

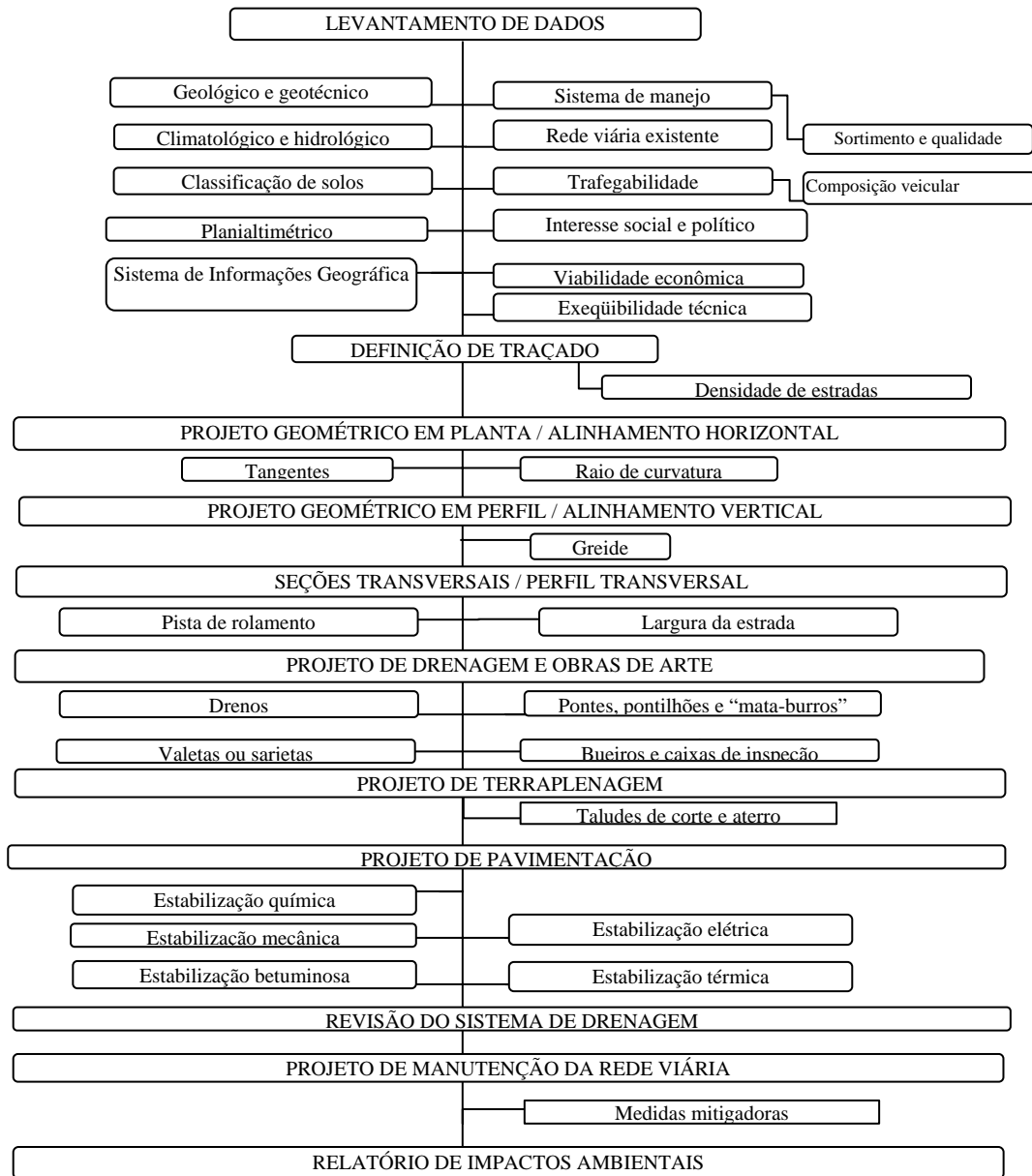


Figura 1. Fluxograma das etapas envolvidas no planejamento de rede viária.

Figure 1. Flowchart of the involved stages in the planning of roadways.

Projeto geométrico em perfil, alinhamento vertical ou elementos altimétricos em estradas

Malinovski *et al.* (2004) citam que, no levantamento altimétrico, obtém-se o perfil longitudinal, no qual será estabelecido o greide. Já Medeiros (1997) sugere que o projeto geométrico em perfil, também denominado de *greide*, *projeto* ou *alinhamento vertical de uma estrada*, deve permitir o trânsito

eficiente e sem perigo, os declives devem ser menores do que 10 % e as mudanças de declive devem ser corrigidas 1 a 2 % a cada 10 metros. Quanto menor e regular for o declive, menor será a manutenção da estrada. Considerando aspectos técnicos de construção e manutenção, recomenda-se declive entre 3 e 8%, sendo que para áreas planas deve-se manter entre 3 e 4%, para áreas onduladas entre 4 e 6 % e para regiões montanhosas, entre 5 e 8 %. Kantola e Harstela (1994) recomendam que, em estradas principais a rampa máxima esteja entre 8 e 10%, e em estradas secundárias entre 10 e 12 %. Lopes *et al.* (2002) sugerem para estradas em condições de relevo plano, o greide seja inferior a 5 %, para estradas sobre relevo ondulado o greide deve estar entre 6 e 8 % e entre 9 e 15 % para condições de relevo montanhoso. Na figura 3, estão dispostos os greides que devem fazer parte do planejamento de estrada.

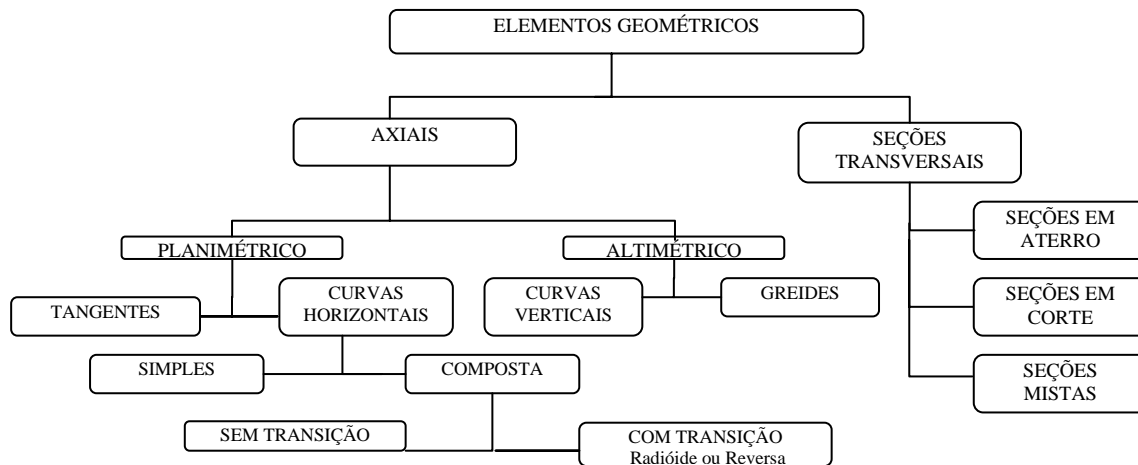


Figura 2. O projeto geométrico de estradas é composto por elementos geométricos axiais e transversais.
Figure 2. The geometric project of roads is composed for axial and transversal geometric elements.

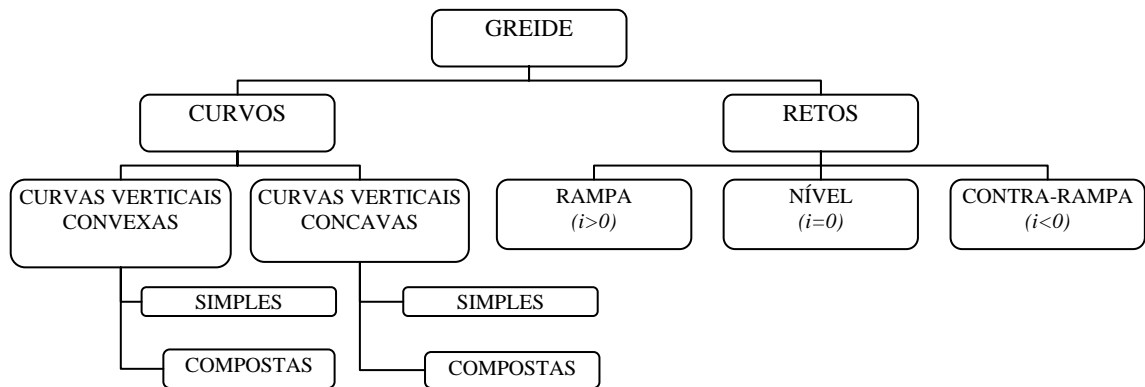
O greide de uma estrada pode ser definido como o conjunto de retas concordadas duas a duas por curvas que se complementam formando um alinhamento com declividade uniforme, cuja finalidade é substituir as irregularidades naturais do terreno, possibilitando o seu uso para fins de projeto (LIMA, 2004).

Os greides curvos são utilizados para concordar os greides retos, podendo apresentar-se de forma côncava ou convexa, simples ou composta. A curva normalmente utilizada para esse tipo de concordância é a parábola do 2º grau. Nouye e Souza (2003) citam que o raio mínimo das curvas de concordância horizontal entre alinhamentos nas interseções deve ser de 5 metros entre vias locais, sendo dispensável entre vias de pedestre, via mista ou outra categoria de via, e de 9 metros nos demais casos.

Os greides retos apresentam inclinação constante em um determinado trecho nas seguintes condições: rampa ($i > 0$), quando a tangente do ângulo de inclinação com a horizontal é positiva; nível ($i=0$), em tangente do ângulo de inclinação com a horizontal igual a zero; contra-rampa ($i < 0$), quando a tangente do ângulo de inclinação com a horizontal for negativa.

Seções transversais ou perfis transversais

A seção transversal da rede viária é estabelecida em função do tipo de estrada e de sua classe (velocidade diretriz, volume de tráfego, tipo de área atravessada). Suas dimensões deverão estar de acordo com as exigências do tráfego para o qual a estrada está sendo projetada, podendo apresentar pistas simples, duplas ou múltiplas em função do volume de tráfego, sendo que cada elemento dessa seção deverá ter dimensões que abriguem com segurança o tipo de veículo usado (MEDEIROS, 1997). Alguns parâmetros são estabelecidos, como características da pista de rolamento (largura da faixa de tráfego, largura dos acostamentos; superlargura e a superelevação), tipos de sarjetas (meios-fios e canteiros centrais), inclinação dos taludes de corte e aterro e folgas laterais.



Fonte: Pontes Filho (1998).

Figura 3. Perfis longitudinal e transversal de uma estrada.
Figure 3. Longitudinal and transversal profiles in roadways.

Construção da rede viária

Algumas empresas florestais utilizam as estradas existentes na propriedade, fazendo melhorias e construindo apenas as vias complementares à medida que se tornam necessárias, e outras elaboram o planejamento e seguem à risca sua idealização, sendo esta a forma mais sensata para empresas que estão em busca de manejo sustentado de suas florestas. A microbacia hidrográfica deve ser utilizada como referência, obedecendo aos aspectos legais no que se refere aos mananciais, represas artificiais e mata nativa. O traçado deverá utilizar preferencialmente os pontos que apresentem melhor estabilização de encostas, mantendo a menor densidade possível, uma distância de extração economicamente viável e largura suficiente para atender a passagem ou cruzamento de duas composições de transporte. As diretrizes gerais a serem seguidas em construção de estradas estão expostas na figura 4.

Manutenção da rede viária

A manutenção de estradas florestais está diretamente relacionada com a qualidade de construção e o fluxo de uso. Assim, recomendam-se manutenções periódicas somente nas estradas principais e de acesso e manutenção preventiva na rede viária secundária, considerando-se a sazonalidade das atividades de intervenção na floresta (plantio, tratos culturais e silviculturais e colheita), períodos em que ocorre maior intensidade de tráfego de veículos. Sene (2004) sugere alguns tipos de manutenção para estradas de uso florestal: limpeza anual das valas de retenção e imediatamente após período chuvoso; limpeza anual do leito da estrada antes do período seco (usando motoniveladora nas divisas e pontos que ofereçam alto risco de incêndio florestal e roçadeiras mecânicas acopladas em tratores agrícolas nos demais pontos); reparos anuais durante o período seco (nos leitos das estradas que serão utilizadas pela colheita e transporte florestal, conforme o planejamento florestal); reparos emergenciais (executados em qualquer período, onde haja comprometimento do trânsito dos veículos de transporte). Malinovski *et al.* (2004) mencionam que a manutenção de rotina seja pontual e realizada nos locais onde começam a aparecer os problemas, como em entradas e saídas de ponte, pontilhões e mata-burros, assim como em locais onde existe o risco de reiniciar a formação de buracos, fendas e poças de água causadas por processos erosivos.

Os serviços de manutenção podem ser qualificados como:

- Serviços de rotina, representado operações realizadas de forma contínua e sistemática e a importância dependem da região onde ela se encontra, como por exemplo: limpeza das rampas de corte e aterro com roçadas e não capinas, manutenção do trecho de estrada logo após a retirada de carga dos pátios de estocagem (desobstrução das valetas, bueiros, abaulamento de estradas e fechamento de eventuais buracos).
- Serviços especiais, que objetiva melhorar as condições originalmente apresentadas pelas estradas através da execução sem interrupção do tráfego de obras de pequeno vulto, complementar à construção inicial, como por exemplo: limpeza periódica e desobstrução de valetas e saídas de água após a passagem de motoniveladora (o material não deverá ficar no leito da estrada ou em área

adjacente, para evitar retorno), limpeza periódica das caixas de inspeção e observação das entradas de bueiros (desobstrução) e das saídas (ocorrência de processos erosivos).

- Serviços emergenciais, destinados a dar novamente condições de utilização a trechos que tiveram seu tráfego interrompido em condições de algum fato extra.

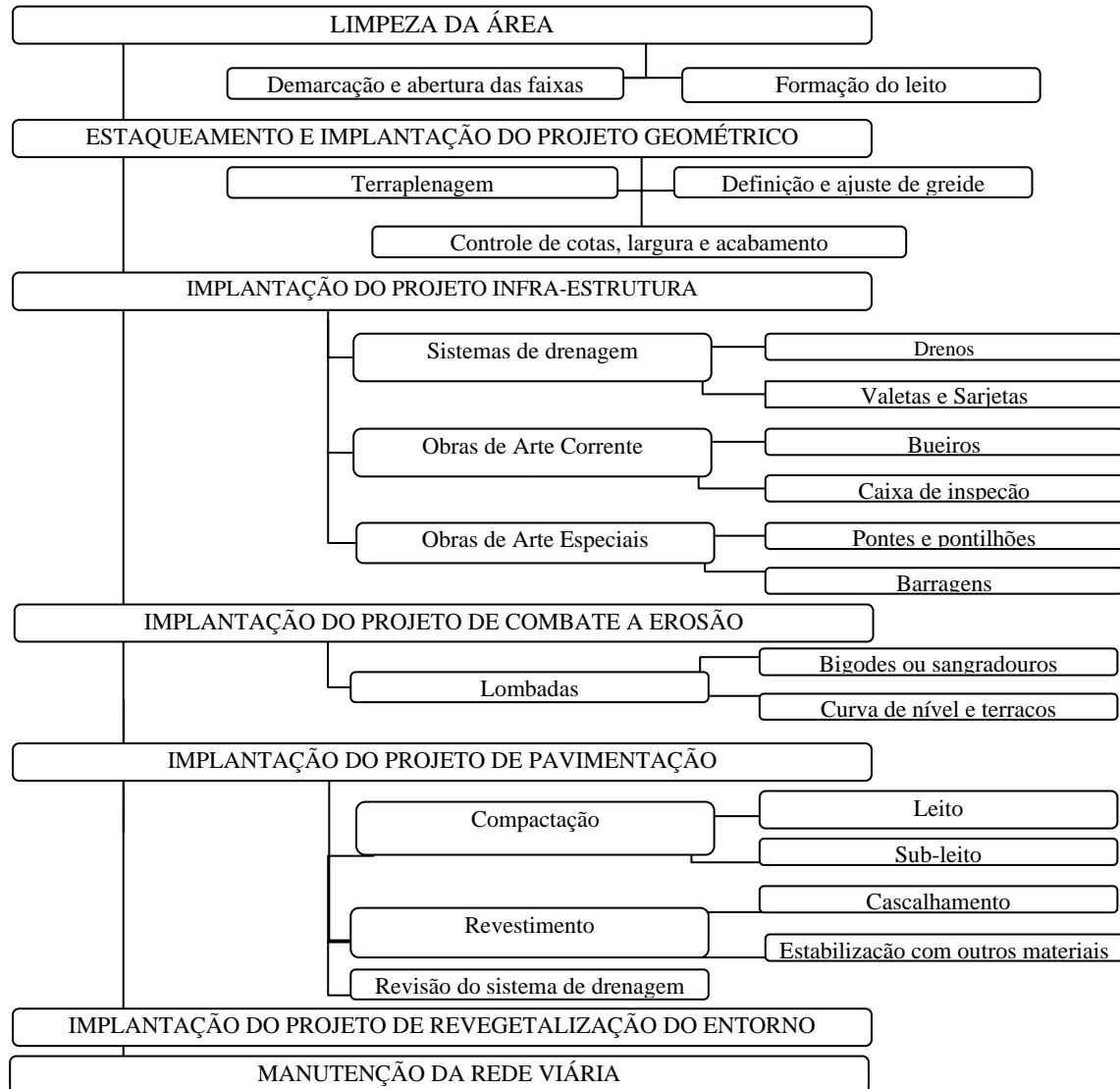


Figura 4. Diretrizes gerais a serem seguidas na construção de estradas.

Figure 4. Guide lines for construction of roadways.

Os aceiros, divisoras e contornos devem ser mantidos limpos, para facilitar o acesso às áreas em caso de necessidade. Dessa forma, recomenda-se: em áreas que apresentam risco de incêndio, limpeza periódica através de raspagem de faixa de no máximo 6 m, com motoniveladora, se a topografia permitir. Já em áreas que não apresentam risco de incêndio, a limpeza pode ser feita através de roçada manual, se a topografia for superior a 30 %, e mecanizada se for inferior a 30 %.

Problemas e correções em rede viária de uso florestal

Segundo Malinovski *et al.* (2004) e Camargo Corrêa (2005), os principais problemas que podem ocorrer em estradas de uso florestal são:

- a) Ondulações, rodeios e atoleiros: causados pela falta de suporte e ausência ou deficiência do sistema de drenagem, que deve ser corrigido através de construção ou melhoria do sistema de drenagem. Em caso de persistir o problema, executa-se o reforço do sub-leito ou agulhamento.
- b) Areiões: causados pelo excesso de areia no leito. A solução é misturar aproximadamente 30% de argila, para melhorar a capacidade de suporte do leito da estrada.
- c) Excesso de pó: causado pelo excesso de material fino, que em período seco forma pó e em período úmido forma lama, gerando outro problema, que é a pista lisa. Para correção, é necessário um novo revestimento ou reforço de sub-leito.
- d) Afloramento de rocha: proveniente de regiões montanhosas. A solução é o rebaixamento das rochas, com uso de marreta e revestimento com material mais fino, a fim de melhorar a pista de rolamento.
- e) Erosões: causadas pela ausência ou deficiência do sistema de drenagem. A solução é a construção de uma drenagem superficial completa, se o problema se encontra no leito estradal. Se for profunda, recomenda-se adicionar uma camada de pedras ao fundo e reaterro com solo argiloso compactado. Camargo Corrêa (2005) constatou que o uso de barreira de contenção de enxurrada associada a caixas de retenção equidistantes em 50 metros reduziu as perdas de solo por erosão em 22,3 %, em estradas secundárias localizadas em áreas que apresentavam solo predominantemente arenoso e condição de relevo ondulado, e em 39,8 % em estradas secundárias localizadas em solo com textura predominantemente argilosa e condição de relevo plano a suave ondulado.

CONCLUSÃO

O modal de transporte utilizado no Brasil, apesar de provocar danos ambientais, ainda é a forma mais eficiente de proporcionar desenvolvimento socioeconômico a uma região. Para atenuar os danos provenientes de estradas inseridas em um empreendimento florestal, a definição do traçado deverá atender aos aspectos técnicos, ambientais e econômicas, buscando o ponto de equilíbrio.

O principal problema ambiental proveniente de estrada está relacionado à erosão e à quantidade de sedimentos carreados por enxurradas provenientes de estrada está diretamente relacionada aos seguintes parâmetros técnicos: qualidade do sistema de drenagem, perfil longitudinal e tipo de revestimento utilizado. Já no que se refere aos parâmetros econômicos, a densidade de estrada associada às condições de relevo e ao tipo de medidas de conservação utilizadas são determinantes no volume desses sedimentos. Portanto, áreas com maior declividade deverão apresentar maior intensidade de medidas de conservação e a manutenção deverá ser efetuada de forma mais frequente.

O planejamento 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.

REFERÊNCIAS

CAMARGO CORRÊA, C. M. **Perda de solo e a qualidade da água procedente de estrada de uso florestal no planalto catarinense**. 155f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

GRACE III, J. M. Sediment movement from forest road systems. **American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, US, p. 13-14, 2002.

GUIMARAES, H. S. A logística como fator decisivo das operações de colheita e transporte florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 13., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. 410p.

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

- KANTOLA, M.; HARSTELA, P. **Manual de tecnologia apropriada as operações florestais em países em desenvolvimento**: parte II: transporte de madeiras e construção de estradas. Helsinki: Direção Nacional de Educação Vocacional do Governo, 1994. 202f. (Programa de Treinamento Florestal, n.19)
- LIMA, M. L. P. de **Projeto de estradas**: notas de aula. Versão 3. Porto Alegre: Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Materiais e Construção, 2004. Apostila da disciplina.
- LOPES, E. S.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. P. Classificação e custos de estradas em florestas plantadas na região sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26. n. 3. p.329-338, 2002.
- MACHADO, C. C.; LOPES, E da S.; BIRRO, M. H. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 167f.
- MADERNA, J. G. **Inter-relações da rede viária florestal**. Exame de qualificação (Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2002.
- MALINOVSKI, J. R. *et al.* **Código de prática para estradas florestais**. Otacílio Costa: Malha Viária Logística de Estradas, 2004. Apostila.
- MEDEIROS, R. C. **Rodprow**: Projeto geométrico de estradas assistido por computador. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- NOUYE, K. P.; SOUZA, U. E. L. Indicadores Relativos ao Sistema Viário para Subsidiar a Concepção de Conjuntos Habitacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3, 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2003.
- PONTES FILHO, G. **Estradas de rodagem**: projeto geométrico. São Carlos: GP Engenharia, 1998. 432p.
- SENE, J. M. de Logística operacional da DURATEX S.A: Área florestal. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 13., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. 410p.
- SILVA, J. R. C.; CARVALHO, R. J. T. Métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26: p. 473-481, 2002.
- ZAKIA, M. J. B. **Certificação Florestal**. [S.l.], 2001. Palestra durante encontro do Grupo de Discussão Sobre Rede Viária. Visita a VOTORANTIM – Celulose e Papel.