

Indicadores ambientais e paisagísticos relacionados às operações florestais

Landscape and environmental indicators related with forest operations

Fernando Seixas
Teresa Cristina Magro

Departamento de Ciências Florestais ESALQ/USP

RESUMO: As operações de colheita de madeira em florestas implantadas podem resultar em alguns impactos sobre o meio ambiente em termos de compactação do solo, erosão e assoreamento de cursos d'água, danos às árvores remanescentes e uma certa "agressão" visual devido à remoção da floresta. Com a intenção de se quantificar esses impactos, procurando meios para se avaliar a sua intensidade e possíveis medidas atenuantes dos mesmos, sugere-se e discute-se a utilização dos seguintes indicadores: macroporosidade, densidade e resistência à penetração do solo; área do povoamento florestal sob tráfego; declividade do terreno para entrada de máquinas; e densidade e declividade de estradas. Para diminuir os efeitos negativos na qualidade da paisagem são recomendadas práticas florestais diferenciadas para as áreas onde as operações de colheita são visíveis. É proposta uma classificação com três níveis de sensibilidade/restrição com base na proximidade de centros urbanos e a velocidade das estradas onde se encontram os talhões sob colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Operação florestal, Impacto ambiental, Compactação do solo, Erosão.

ABSTRACT: Harvesting operations in planted forests can produce some impacts over the environment like soil compaction, erosion, water sedimentation, damage to remaining trees and a visual trouble because the forest removal. With the objective of quantifying those impacts, looking for evidences to evaluate their intensity and possible alleviate procedures, this paper considers and discusses the following indicators: macro porosity, soil density, penetrometer resistance, percentage of forestry area under traffic, a limit of a ground slope to forestry machines, and slope and road density. In order to reduce the visual impact in the landscape quality different forest practices are recommended to the visible harvest areas. A three level sensitivity classification is proposed according to the proximity of urban areas and road speed limits along the stand being harvested.

KEYWORDS: Harvesting operation, Environmental impact, Soil compaction, Erosion.

INTRODUÇÃO

A discussão a respeito da definição de indicadores ambientais que possam avaliar o impacto das operações florestais sobre o meio ambiente é motivada pela definição do termo "sustentabilidade florestal" e o processo de certificação florestal. Grammel (1996) reforça a aceitação do conceito de Speidel, segundo o qual "... a sustentabilidade deve ser vista como a habilidade de uma empresa florestal em utilizar madeira, infra-estrutura e outros bens e garantir este uso para as futuras gerações." Busca-se desta forma perpetuar a disponibilidade dos recursos dos ecossistemas florestais, bem como proteger os demais valores intimamente relacionados com estes ambientes, haja vista a manutenção da produção e qualidade dos recursos hídricos.

A certificação já é um processo de avaliação que procura garantir que o uso dos recursos florestais esteja sendo feito de maneira a atender ao conceito de sustentabilidade e transmitir essa informação para o mercado consumidor de produtos florestais, restringindo a comercialização de produtos que não sejam oriundos de empresas que sigam determinadas normas e preceitos técnicos de manejo florestal adequado.

No caso das operações florestais, as atividades de colheita de madeira produzem conseqüências facilmente detectáveis pelo público em geral e de resultados por vezes não muito favoráveis à própria manutenção da produtividade de um povoamento florestal. Com isso, são exigidas novas intervenções de máquinas, equipamentos e insumos vários para a recuperação de certas propriedades dos solos visando promover a regeneração do povoamento florestal. A exportação da madeira implica na remoção de nutrientes; o tráfego de máquinas significa a compactação dos solos e possibilidade da ocorrência de erosão e assoreamento de cursos d'água em determinadas situações; e a própria retirada da floresta significa uma agressão cênica ao público anteriormente acostumado à imagem de milhares de árvores ocupando o seu espaço visual. Como avaliar esses efeitos? Como quantificá-los? Quando considerá-los prejudiciais? Ou mesmo, quais os efeitos a serem considerados?

DEFINIÇÃO DE INDICADORES

A definição e limitação de indicadores ambientais é necessária para que se tenha padrões bem definidos para a discussão e avaliação com respeito à preservação da sustentabilidade de uma floresta. Por outro lado, essa definição choca-se com a multiplicidade de situações ambientais que impede a utilização de critérios únicos, de aplicação ampla e irrestrita. A opção pode ser o estabelecimento, a princípio, de índices com limites menos precisos, mas que forneçam uma indicação clara de que situações críticas de riscos ao ecossistema florestal estejam próximas de serem atingidas. Com a evolução dos estudos e pesquisas, a quantificação desses índices pode ser estabelecida e adotada de acordo com as condições específicas de cada situação.

COMPACTAÇÃO DO SOLO

É definida como a densificação do mesmo através da aplicação de uma carga dinâmica, causando assim um decréscimo na porcentagem de poros do solo devido às mudanças na posição relativa dos grãos e agregados do solo (Li, 1956). Os fatores que influenciam o nível de compactação incluem: a quantidade e distribuição da camada orgânica superficial e resíduos de exploração; textura e estrutura do solo; umidade (%) do

solo; peso e função de uma máquina; tamanho da roda e deslizamento; velocidade do equipamento; tipo de carga; experiência do operador; topografia; e clima (Burger, 1983; Sirois *et al*, 1985).

Porosidade

A compactação do solo reduz a quantidade de macroporos, espaço poroso responsável pela aeração do solo, e aumenta a proporção de microporos. Como conseqüência, ocorre um decréscimo na taxa de difusão de oxigênio através do solo e aumenta-se a tenacidade com que a umidade do solo é retida (Rodek e Lovell, 1979; Donnelly e Shane, 1986; Reisinger *et al*, 1988; Muroskye Rasan, 1991). Vomocil e Flocker (1961) concluíram que um valor mínimo crítico para os macroporos é de 10%. O "teor de macroporos" passa a ser o primeiro indicador sugerido, havendo a sugestão de inicialmente se trabalhar com o limite mínimo aceitável de 10%.

1. *Indicador = teor de macroporos.*

Densidade

Um aumento na densidade é representativo do impacto do tráfego de máquinas na compactação do solo. Mudanças na densidade do solo servem como índices das mudanças nas propriedades físicas que regulam o crescimento das raízes. A relação entre densidade e o crescimento da planta é uma associação antes do que causa e efeito. A interpretação dos efeitos da compactação deve ser feita considerando-se uma mudança em porcentagem nos valores médios de densidade (Froehlich e McNabb, 1984; Geist *et al*, 1989). O nível de compactação considerado prejudicial está por volta de um acréscimo entre 15 a 20% no valor inicial da densidade média do solo (Geist *et al*, 1989), aqui também sugerido como limite provisório até que as pesquisas sejam realizadas para cada situação específica.

2. *Indicador = densidade do solo*

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO

Um aumento na resistência do solo é um dos mais marcantes efeitos da compactação, mas a relação entre a densidade aparente e a resistência do solo é bastante complexa. Em solos de texturas similares, a rugosidade da superfície das partículas aumenta a fricção entre partículas e, conseqüentemente, a resistência do solo à movimentação mais do que no caso de partículas com a superfície mais lisa. Por exemplo, a resistência ao penetrômetro (um método indireto de medida da resistência do solo) de quatro solos com textura média a grosseira no sudeste dos EUA aumentou com o decréscimo do potencial de umidade de -20 a -67 J/kg, embora a densidade aparente permanecesse constante (Taylor e Bruce, 1968). Com o decréscimo da umidade do solo, a resistência do penetrômetro aumenta mais rapidamente em densidades mais elevadas. Em contraste, a resistência ao penetrômetro em um solo arenoso na Austrália não diferiu significativamente em amplo intervalo de conteúdos de umidade (Sands *et al*, 1979). Essas inconsistências ilustram os efeitos complexos que densidade aparente, textura e mistura do solo têm sobre a resistência do solo. Esses efeitos são apenas parcialmente responsáveis

pelas diferenças nos potenciais de umidade negativos e quantidade de espaço poroso preenchido com água (Barley e Greacen, 1967).

O decréscimo na produção de uma cultura após a compactação do solo reflete os efeitos sobre o sistema radicular das plantas que podem incluir interações complexas entre resistência do solo, disponibilidade de água e nutrientes, aeração e populações micorrízicas (Greacen e Sands, 1980). Fatores frequentemente ignorados são a quantidade e frequência da precipitação e as características de drenagem do solo (Smith, 1977, citado por Greacen e Sands (1980)). As raízes devem suplantar a resistência do solo para penetrar nos poros de menor diâmetro do que elas mesmas. Devido a compactação aumentar a resistência do solo e diminuir o número de macroporos, a taxa de alongamento das raízes, portanto o comprimento das raízes, é reduzida. A taxa de alongamento típica é reduzida exponencialmente com o aumento da resistência do solo (medida pela resistência ao penetrômetro), mas existe um limite de resistência (q_c) a partir do qual a penetração das raízes efetivamente cessa. Greacen *et al*, 1969, citados por Greacen e Sands (1980) tabularam valores de q_c no limite de 800-5000 (média 2500) kPa dependendo da espécie, tipo de solo e características do penetrômetro. A relação entre o crescimento da raiz e a resistência do solo é desconhecida para diversas espécies florestais. Zyuz (1968) citado por (Greacen e Sands, 1980) reporta um crescimento abundante de raízes de pinheiro em solos de resistência menor do que 1700 kPa, mas aquele crescimento era mais restrito acima de 2500 kPa. A penetração de raízes de *Pinus radiata* em solos arenosos no sul da Austrália é deficiente em resistências do solo maiores do que 3000 kPa (Sands *et al*, 1979). Sugere-se, inicialmente, que o limite superior de resistência do solo deva ser de 3000 kPa na estação chuvosa e não variar acima de 10% do valor inicial, anterior à realização de uma operação florestal, na época seca.

3. *Indicador = resistência à penetração do solo.*

Área sob Tráfego de Equipamentos

McNabb e Froehlich (1983) concluíram que a maior parte da compactação total em uma trilha de arraste já ocorria nas primeiras passadas de uma máquina. Pelo menos 60% do aumento esperado para a densidade em uma trilha com uso elevado (+ de 20 passadas) ocorriam após as primeiras 3 a 5 passadas, resultados confirmados também por Hatchell *et al* (1970), Froehlich e McNabb (1984) e Koger *et al* (1985).

Recomenda-se, com base nesses dados, que o tráfego de máquinas e equipamentos dentro do talhão concentre-se no menor espaço possível, procurando restringir o tamanho da área afetada em termos de níveis mais elevados de compactação do solo. A princípio poderia ser estabelecida uma meta de se restringir o tráfego de equipamentos até o máximo de 40% da área do povoamento florestal.

4. *Indicador = área do povoamento florestal sob tráfego.*

Limite de declividade para entrada de máquinas

A compactação causada por uma determinada máquina depende também se a máquina está trafegando morro acima ou abaixo, o que altera a carga relativa das esteiras ou rodas (Sidle e Drlica, 1981). Aliado a questões técnicas e de segurança, recomenda-se um limite máximo de inclinação do terreno de 35% para a entrada de máquinas em áreas florestais mais acidentadas, excetuando-se o uso de guinchos, teleféricos e helicópteros.

5. Indicador = declividade do terreno para entrada de máquinas.

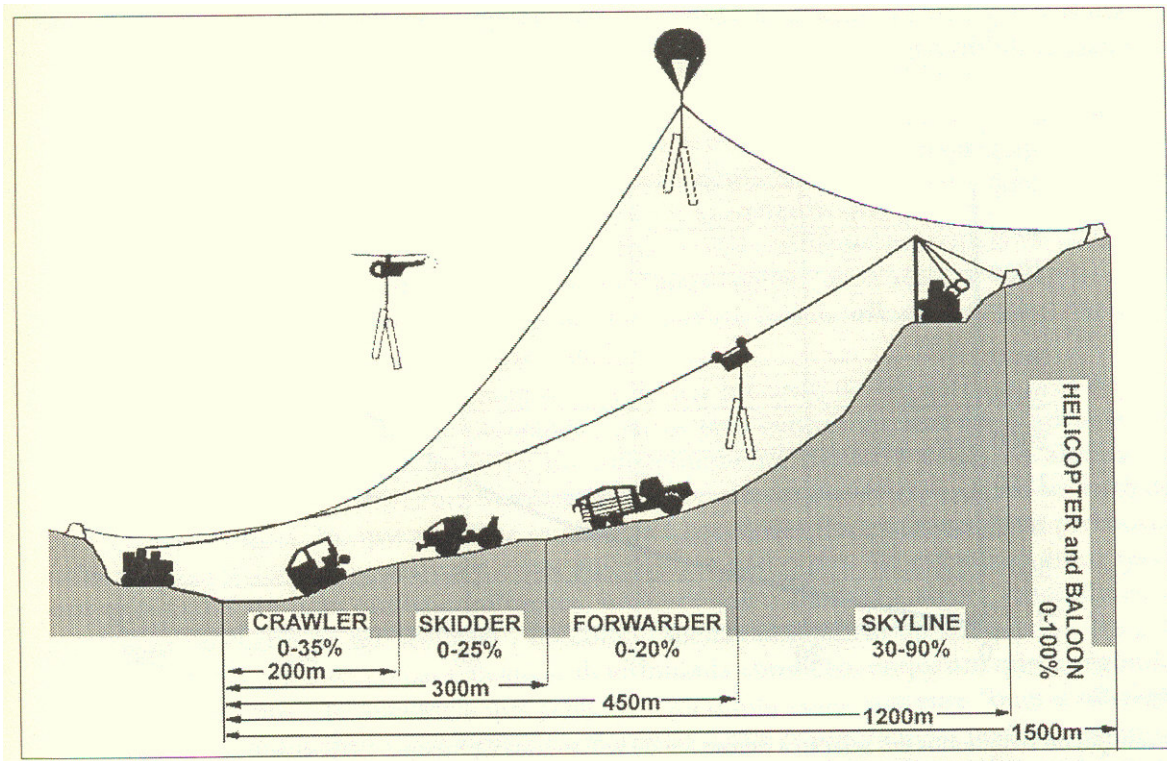


Figura 1

Limites de distância de transporte e declividade de terreno para diferentes sistemas de colheita (Modificado de Studier e Binkley, 1981)

ESTRADAS

A colheita de madeira aumenta a taxa de erosão e a frequência de deslizamentos, mas não necessariamente o tamanho médio dos mesmos. A construção de estradas aumenta todos os três parâmetros dos deslizamentos. De maneira geral, a colheita isoladamente pode aumentar as taxas naturais de erosão produzidas por deslizamentos por um fator 4, mas as estradas aumentam em até 120 vezes as taxas apresentadas por florestas intocadas em terrenos inclinados (Neary e Hornbeck, 1994).

Estradas de acesso, recentemente construídas ou já existentes, são responsáveis pelo maior potencial de movimento de solo do que qualquer outra atividade de manejo florestal. É necessário um planejamento adequado para minimizar o gradiente ou declividade da estrada, número de trechos de estrada em “u” e a localização mais apropriada para cada uma. A erosão é relacionada, entre outras coisas, com: a) *fatores físicos*, como tipo de solo, geologia e precipitação; b) *densidade de estradas*, pois as taxas de erosão são diretamente relacionadas com o comprimento total das estradas em uma bacia (Figura 2), considerando-se ótima uma densidade entre 30 a 40 m/há; c) *localização da estrada*, em relação à

declividade, cursos d'água e solos sensíveis; e d) *padrão e construção de estradas*, como largura, inclinação dos barrancos laterais e instalações de drenagem.

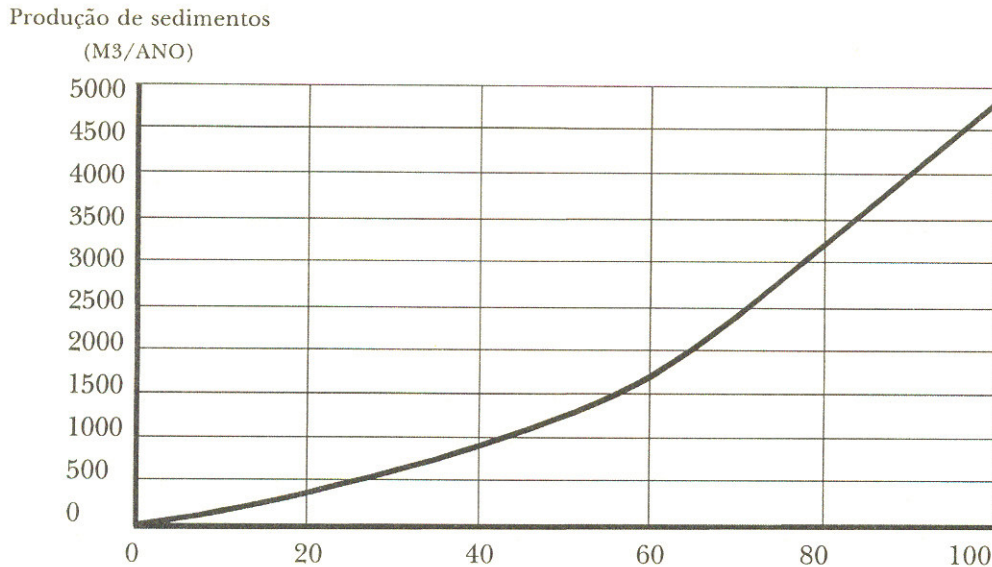


Figura 2

Produção de sedimentos em relação à densidade de estradas (Amimoto, 1978, citado por FAO, 1989)

Densidade de estradas (M/HA)

Densidade

Um primeiro indicador com relação à construção de estradas pode ser quanto à densidade, em termos de metros lineares por hectare, ressaltando-se a necessidade de se estabelecer a devida correlação com a declividade do terreno.

6. *Indicador = densidade de estradas*

Declividade

A declividade por sua vez estará relacionada com o tipo de estrada a ser construído em função do volume e frequência de tráfego, veículos, tipo de solo, período de utilização, padrão do pavimento etc.

7. *Indicador = declividade máxima de estradas.*

IMPACTO VISUAL DAS OPERAÇÕES DE COLHEITA DE MADEIRA

O reconhecimento de que as atividades florestais exercem efeito positivo ou negativo na qualidade da paisagem é um dos fatores mais importantes para o estabelecimento de programas que visam a melhoria ou a manutenção da qualidade paisagística das áreas de florestas plantadas. Durante o 1º Workshop de Monitoramento

Ambiental (Magro,1996) foram apresentadas uma série de justificativas que evidenciam a necessidade de o setor florestal assimilar esta preocupação principalmente durante as operações de colheita. Foram apresentadas também três linhas básicas de pesquisa para a definição de técnicas adequadas para o planejamento de paisagens florestais: 1) mapeamento de situações não desejáveis relacionadas à identificação das preferências do público em áreas sensíveis; 2) mapeamento dos plantios cortados por rodovias e 3) estudo das preferências do público. Apesar das condições específicas de cada sítio propõe-se, com base em trabalhos realizados em outras regiões, uma série de considerações que irão dar a base para o monitoramento das características que influenciam diretamente a qualidade visual de plantios florestais sob colheita.

A aceitação social no manejo florestal resulta de um processo de julgamento pelo qual as pessoas: (1) comparam a realidade percebida com os seus conhecimentos alternativos e (2) decidem se a condição "real" é superior, ou suficientemente similar à condição alternativa mais favorável (Brunson, 1996). Para Stankey (1996) o conceito de aceitação pode ser visto de maneira muito simples. No que se refere às práticas e condições florestais, deseja-se promover aquelas atividades que são aceitáveis e evitar aquelas que não o são. No entanto o autor reconhece que o conceito tem outras implicações, uma vez que a aceitação sugere entendimento como "capaz ou digno de ser aceitável", ou como "apenas satisfatório ou adequado". Na primeira condição há um esforço para alcançar determinada condição, enquanto que o segundo termo define um limiar de tolerância que pode ser entendido como somente "bom o suficiente". O grau de entendimento sobre as práticas florestais e suas conseqüências podem aumentar ou diminuir a aceitação do público. Geralmente os grupos ambientalistas têm padrões de avaliação mais sensíveis (McCool e Benson, 1988).

O Manual "Melhores Práticas de Manejo para o Manejo Florestal em Minnesota" (USDA. Forest Service, 1994) apresenta uma classificação da sensibilidade visual para áreas de manejo. Enquadram-se nestas áreas as rodovias, estradas, trilhas, lagos e rios, e outras áreas turísticas como estações de veraneio, camping, e áreas de piquenique.

Três fatores ajudam na determinação das classificações: 1) o grau de sensibilidade dos usuários daquela estrada ou área de recreação relacionado com a estética da paisagem; 2) o volume e o tipo de uso e 3) a velocidade de viagem na estrada. A partir destes critérios, 3 classificações são consideradas pelos autores:

Nível 1: Mais sensível. O nível 1 aplica-se a rotas de viagem e áreas onde ocorre um *uso público significativo* e onde a *qualidade visual é de grande preocupação* aos usuários típicos. Estas áreas geralmente provêm um alto nível de qualidade cênica.

Nível 2: Moderadamente Sensível. O nível 2 aplica-se a rotas de viagem e áreas de recreação não incluídas no Nível 1, onde a *qualidade visual é uma preocupação moderada* para os usuários típicos. O nível de qualidade cênica vai de moderado a alto, porém o uso público é menos significativo.

Nível 3: Menos Sensível. O nível 3 aplica-se a rotas de viagem ou áreas de recreação não incluídas nos Níveis 1 e 2, onde a *qualidade visual é uma preocupação menor para os usuários típicos*.

NÍVEIS DE SENSIBILIDADE

A classificação recomendada a seguir tem como princípio o grau de aceitação do público com relação às operações florestais, sendo que o público das áreas dentro do nível 1

são mais críticos que o dos outros dois níveis propostos. Este sistema de classificação deverá ser melhorado através da identificação das preocupações básicas dos residentes ou usuários de uma determinada área ou estrada com relação à qualidade visual e ambiental de uma área natural. As preferências públicas são variadas e um modo básico e direto que pode ser útil: é simplesmente perguntar ao usuário ou grupos de interesse o que eles gostam ou não gostam (Gobster, 1993). A proximidade com grandes centros urbanos também é um fator determinante nesta classificação.

É conveniente lembrar que os níveis de sensibilidade e as recomendações apresentadas a seguir foram adaptados da publicação "Melhores Práticas para o Manejo Florestal em Minnesota" (USDA. Forest Service, 1994) com o objetivo de ilustrar a metodologia proposta para o monitoramento da qualidade paisagística de áreas de reflorestamento.

Nível 1: Alta sensibilidade

Áreas de plantio florestal visíveis a partir de: áreas utilizadas para programas de treinamento e educação ambiental da Empresa; estradas que façam parte de rota turística conhecida ao nível nacional e internacional; rodovias com alta frequência de movimento no sentido da capital do Estado ou de cidades com mais de 300.000 habitantes, nos pontos de velocidade média permitida abaixo de 80 Km/h; balneários ou clubes de campo; unidades de conservação; áreas localizadas dentro de um raio de cerca de 5 Km de grandes centros urbanos e que são usadas com frequência por moradores com finalidade de lazer.

Nível 2: Sensibilidade Média

Áreas de plantio florestal visíveis a partir de: estradas que sejam rotas turísticas regionais; rodovias com alta frequência de movimento no sentido da capital do Estado ou de cidades com mais de 300.000 habitantes nos pontos de máxima velocidade acima de 80 Km/h; áreas localizadas dentro de um raio de cerca de 5 Km de pequenos centros urbanos e que são usadas com frequência por moradores com finalidade de lazer.

Nível 3: Baixa Sensibilidade

Todas as áreas visíveis pelo público geral, não incluídas nos Níveis 1 e 2. As estradas não fazem parte de roteiro turístico; rodovias com baixa frequência de movimento; locais longe de grandes centros urbanos.

Esta classificação vai auxiliar, mais adiante, na indicação dos fatores a serem considerados na implementação de práticas florestais diferenciadas para talhões florestais. As considerações para os talhões de nível 1 serão mais restritivas que para o nível 3. Para aquelas áreas não visíveis pelo público geral as considerações serão menos restritivas ainda.

PRÁTICAS ADEQUADAS PARA O MANEJO FLORESTAL VISANDO A QUALIDADE VISUAL

Colheita da Madeira

a) Tamanho aparente da área

Quanto mais as áreas cortadas são visíveis, mais a opinião pública vai reagir negativamente a ela (McCool e Benson, 1988). Em geral o corte seletivo é preferido ao corte raso (Benson e Ullrich, 1981; USDA. Forest Service, 1994). Assim, o objetivo será diminuir a área visível de colheita dos talhões. A expectativa de um indivíduo sobre a qualidade visual depende muito da distância em que ele se encontra do sítio sendo observado. Em geral, quando o local está localizado imediatamente no primeiro plano (menos que 400 m) do observador, os talhões com aparência natural, com poucas modificações são preferidos (McCool e Benson, 1988).

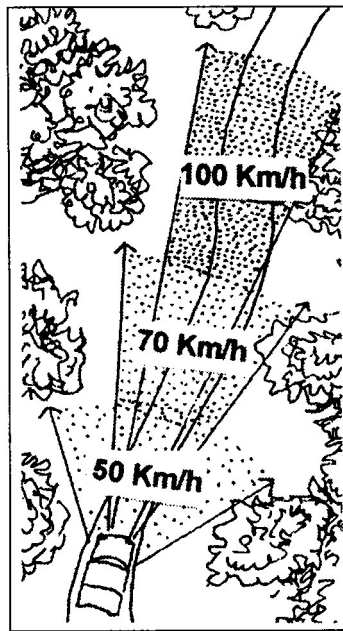


Figura 3

A velocidade da viagem afeta o campo de visão aparente e o tempo de observação. Fonte: USDA. Forest Service, 1994.

A Figura 3 relaciona a velocidade de viagem com o campo de visão do observador. Considerações sobre o campo de visão são importantes também para a visualização dos talhões no que se refere à quantidade de entulho, solo nu, bem como às condições sanitárias da plantação florestais e remanescentes de florestas nativas.

Nos locais de baixa velocidade o cuidado nas práticas de manejo devem ser maiores. A visão de fundo vai ter grande importância nos locais onde a velocidade média for maior e, principalmente, nos locais de alta declividade.

Com base no "Manual de Práticas de Qualidade Visual para o Manejo Florestal em Minnesota" (USDA. Forest Service, 1994) são feitas as seguintes recomendações, a serem testadas com relação à aceitação do público e aplicabilidade no campo:

NÍVEL 1: Alta Sensibilidade

- . *Utilizar cortes parcelados* ou outros métodos silviculturais tais como corte seletivo;
- . *Deixar fragmentos de árvores* para separar a área de corte e reduzir o tamanho aparente;
- . *Criar aberturas estreitas* dentro da área de colheita para limitar a vista;
- . *Dar forma aos cortes rasos* para parecerem mais naturais onde for possível;
- . *Ajustar o tamanho das aberturas laterais paralelas as estradas* das áreas sob colheita em função da velocidade média permitida, conforme Figura 3;
- . *Utilizar as atividades acima para limitar o tamanho aparente de corte* para um limite aceitável de visualização (cerca de 2 ha).

NÍVEL 2: Sensibilidade Média

- . Iguais ao Nível 1 para os 5 primeiros itens;
- . Limitar o tamanho aparente da área de corte para um limite aceitável aos usuários (entre 2 a 4 ha).

NÍVEL 3: Sensibilidade Baixa

- . Usar as práticas de manejo mais adequadas indicadas pelo programa de monitoramento ambiental;
- . A colheita deve ser feita com preocupação de atender o plano de corte;
- . Usar área máxima de corte de 50 ha.

b) Resíduos da Colheita

A presença de resíduos de colheita diminui significativamente a qualidade visual de sítios florestais (Benson e Ullrich, 1981; McCool e Benson, 1988), no entanto, não se pode deixar de considerar que os resíduos são inevitáveis durante o corte de madeira, o tratamento (picagem etc) tem um determinado custo e os restos de madeira provêm nutrientes para o solo (USDA. Forest Service, 1994).

As recomendações são as seguintes:

NÍVEL 1: Alta Sensibilidade

- . *Eliminar ou minimizar a quantidade de resíduos* dentro dos primeiros 20 metros das estradas ou áreas de recreação;
- . *Limitar a quantidade de resíduos* não escondida da visão além de 20 metros das rotas de viagem ou áreas recreacionais a uma altura máxima de 60 cm;
- . *Evitar pilhas ou leiras de resíduos* visíveis nas rotas de viagem e áreas de recreação.

NÍVEL 2: Sensibilidade Média

- . *Minimizar a exposição* das pilhas e leira de resíduos;
- . *Limitar o resíduo* não escondido da visão a uma altura máxima de 60 cm.

NÍVEL 3: Sensibilidade Baixa

- . *Evitar pilhas obstrutivas* no primeiro plano das áreas visíveis;
- . *Distribuir os resíduos de madeira* de maneira adequada aos objetivos silviculturais;

. Limitar o resíduo não escondido da visão a uma altura de 1 m ou menos para evitar um efeito visual negativo.

c) Estocagem de Madeira

Geralmente os pátios de armazenamento são localizados o mais próximo possível das estradas para facilitar o deslocamento dos caminhões. Embora seja desejável do ponto de vista econômico, a localização dos pátios perto de áreas classificadas nos Níveis I e 2, exerce efeito negativo na qualidade da paisagem. As recomendações são semelhantes para os dois primeiros níveis:

NÍVEL 1: Alta Sensibilidade

NÍVEL 2: Sensibilidade Média

- . *Evitar pátios com vista de rotas de viagem* ou áreas de recreação;
- . *Remover todos os produtos diretamente quando* o desenvolvimento de pátios visíveis for necessário; Os resíduos da colheita no pátio e no caso da ocorrência de uma operação de destoca, os tocos e raízes não devem ficar visíveis;
- . Tratar todo resíduo de madeira nos pátios o mais rápido possível;
- . Recuperar os pátios imediatamente após o término das operações;
- . Manter o número de pátios a um número mínimo;
- . Fazer a remoção de todo lixo dos pátios após completada a colheita. (Ex. tanques de combustíveis, latas de óleo, embalagens de marmitex etc).

NÍVEL 3: Sensibilidade Baixa

- . Evitar pátios ao lado de estradas que sejam rotas de viagens;
- . Localizar pátios de maneira econômica e reutilizá-los em cortes subsequentes; Considerar a localização dos pátios fora das rodovias sempre que possível;
- . Fazer a remoção de todo lixo dos pátios após completada a colheita (Ex. tanques de combustíveis, latas de óleo, embalagens de marmitex, etc).

ESTRADAS

A construção de estradas é necessária dentro de todo empreendimento florestal, no entanto, um planejamento e manutenção inadequados causam grande impacto na qualidade visual dos plantios florestais. Muitas das considerações feitas anteriormente referentes à forma e densidade na construção de estradas, podem ser utilizadas também para o planejamento da qualidade da paisagem. Sendo assim acrescentam-se as seguintes considerações sobre as melhores práticas. As considerações para as áreas classificadas nos Níveis 1 e 2 são as mesmas.

NÍVEL 1: Alta Sensibilidade

NÍVEL 2: Sensibilidade Média

- . *Reduzir a visibilidade* com curvas apropriadas no alinhamento das estradas;
- . *Deixar árvores ou talhões ao lado das estradas como lâixa protetora*. A madeira poderá ser utilizada posteriormente para serraria;
- . *Esconder ou enterrar os escombros da abertura da estrada*, tais como toco, rochas e pedregulho, de maneira que não fiquem visíveis a partir das estradas ou áreas de recreação;
- . *Minimizar o número de estradas*,
- . *Modelar e semear as laterais das estradas e áreas expostas* para evitar impactos visuais da erosão;
- . *Evitar que as estradas fiquem lamacentas utilizando material apropriado na superfície*;
- . *Localizar as estradas e trilhas minimizando a visibilidade a partir de pontos especiais próximos*, tais como vistas panorâmicas, lagos e rios.
- . *Controlar o acesso* no período de chuvas, quando os danos são maiores.

NÍVEL 3: Sensibilidade Baixa

- . *Considerar a qualidade visual* quando possível;
- . *Utilizar toda madeira imediatamente ao lado das estradas e caminhos* quando possível; Evitar a criação de corredores de escombros;
- . *Não deixar estacas, tocos virados com as raízes expostas, árvores quebradas* no primeiro plano de visão.

MONITORAMENTO DAS RECOMENDAÇÕES INDICADAS

Uma forma de descrever ou explicar as preferências do público sobre os atributos da paisagem é através de modelos teóricos, onde o julgamento das pessoas sobre a qualidade da paisagem são correlacionados com medidas independentes de vários atributos da paisagem (Gobster, 1993). Um método empregado é o Scenic Beauty Estimation (SBE), desenvolvido por Daniel e Boster (1976), que procura eliminar a subjetividade da avaliação estética de diferentes métodos de manejo florestal. As estimativas SBE são valores relativos em escala calculados a partir da avaliação de um observador de um certo número de diferentes cenários paisagísticos. Essas avaliações, feitas por vários observadores, são ajustadas, levando-se em conta os efeitos de diferentes critérios de julgamento. Kilvert e Hartsough (1993) empregaram este método de avaliação na Nova Zelândia para verificar o impacto visual das operações de colheita de madeira em florestas naturais e plantios. A determinação de alguns indicadores mais importantes resultou na seguinte equação:

$$\text{SBE} = 200 + 0.92 \times \text{Área com vegetação (\%)} \\
\begin{aligned}
& - 102 \times \text{indicador de clareiras visíveis} \\
& - 53 \times \text{indicador de estradas visíveis} \\
& - 39 \times \text{indicador de madeira cortada} \\
& + 54 \times \text{indicador de floresta nativa}
\end{aligned}$$

Se o componente estiver presente na paisagem, apresentada por meio de "slides", a variável tem um valor 1; e zero, se ausente. Uma equação similar a esta poderia nos fornecer valores representativos do impacto junto a nossa população, devendo ser desenvolvidas equações, considerando-se os diferentes grupos da sociedade envolvidos na

percepção dos resultados das operações desenvolvidas em cada empresa florestal, ou região, em específico.

A tendência da utilização destes modelos é observada através dos trabalhos desenvolvidos na América do Norte, principalmente em florestas de Pinus (Schroeder e Daniel, 1981; Braun e Daniel, 1986; Braun e Daniel, 1994; Buhyoff *et al.*, 1986; Wiberg-Carson e Schrieder, 1992). Uma das vantagens é que a identificação das características que afetam a paisagem podem auxiliar na adequação das práticas de manejo, objetivando a manutenção ou melhoria da sua qualidade.

Através da identificação do grau de aceitação do público das práticas florestais envolvidas nas operações de colheita em regiões distintas pode-se indicar os limites aceitáveis para cada sitio e estabelecer padrões aplicáveis de monitoramento para os três níveis de sensibilidade apresentados anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito deste trabalho é o de propiciar elementos para uma discussão mais aprofundada sobre a determinação e quantificação de indicadores ambientais que possam refletir as conseqüências das operações de máquinas e equipamentos florestais. Devido à grande variabilidade de situações existentes nas plantações florestais, essa pretendida quantificação torna-se de difícil aplicação prática, mas é importante o estabelecimento inicial de limites referenciais para que a avaliação desses impactos, como as realizadas em processos de certificação, baseie-se em parâmetros mais claros e melhor definidos.

Essa quantificação inicial servirá de base igualmente para o desenvolvimento de novos trabalhos de pesquisa, procurando refinar esses valores para as diversas situações que possam ser encontradas na prática. Os indicadores aqui destacados não são finais e nem excludentes, devendo ser complementados com outros índices mais abrangentes em termos de efeitos sobre cursos d'água e uma possível floresta remanescente no caso de práticas de desbastes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARLEY, KP.; GRFACEN, E.L. Mechanical resistance as a soil factor influencing the growth of roots and underground shoots. *Advances in agronomy*, v.19, p.1-43, 1967.

BENSON, R; ULLRICH,J.R Visual impacts of forest management activities: finding on public preferences. *USDA. Forest Service. INTresearch paper*, n.262, p.1-14, 1981.

BRAUN, T.C.; DANIEL, T.C. Modeling forest scenic beauty: concepts and application to ponderosa pine. *USDA. Forest Service. RMresearch paper*, n.256, p.1-35, 1994.

—. Predicting scenic beauty of timber stands. *Forest science*, v.32, n.2, p.471-487, 1986.

BRUNSON, M.W. A definition of "social acceptability" in ecosystem management. *USDA. Forest Service. PNW General Technical Report*, n.369, p.7-16, 1996.

BRUNSON, M.W; SHELBY, B. Assessing recreational and scenic *quality journal of forestry*, v.90, n.7, p.37-41, 1992.

- BUHIDFF, G.J. *et al.* Prediction of scenic quality for Southern pine stands. *Forest science*, v.32, n.3, p.769-778, 1986.
- BURGER, J.A. Physical impacts of harvesting and site preparation on soil *Proceedings of the Society of American Forestry: Appalachian section annual meeting*. 1983. 9 p.
- DANIEL, T.C.; BOSTER, R.S. Measuring landscape esthetics: the scenic beauty estimation method. *USDA. Forest Service. RM research paper*, n.167, p.1-66, 1976.
- DONNELLY, J.R.; SHANE, J.B. Forest ecosystem responses to artificially induced soil compaction: 1 - soil physical properties and tree diameter growth. *Canadian Journal of forest research*, v.16, p.750-754, 1986.
- FAO. *Watershed management field manual: road design and construction in sensitive watersheds*. Rome: FAO, 1989. 196 p. (FAO conservation guide, n.13)
- FROELICH, H.A.; MCNABB, D.H. Minimizing soil compaction in Pacific Northwest Forests. In: STONE, E.L., ed. *Forest soils and treatment impacts*. Knoxville: University of Tennessee, 1984. p.159-192.
- GEIST, J.M.; HAZARD, J.W.; SEIDEL, KW. Assessing physical conditions of some Pacific Northwest volcanic ash soils after forest harvest *Soil science society of American journal*, v. 53, p.946-950, 1989.
- GOBSTER, P.H. Managing visual quality in big, diverse urban parks: a case study of Chicago's Lincoln Park. *USDA. Forest Service. NC general technical report*, n.163, p.3340, 1993.
- GRAMMEL, R.H. Manejo florestal sustentado: um critério decisivo para a certificação dos produtos florestais. In: SEMINÁRIO DE ATUAUZAÇÃO SOBRE SISTEMAS DE COLHEITA DE MADEIRA E TRANSPORTE FLORESTAL, 9, Curitiba, 1996. *Anais*. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1996. p.29-38.
- GREACEN, E.L.; SANDS, R. Compaction of forest soils: a review. *Australian journal of soil research*, v.18, p.163-189, 1980.
- HATCHELL, G.E.; RALSTON, C.W.; FOIL, R.R Soil disturbance in logging. *Journal of forestry*, v.68, p.772-775, 1970.
- HODEK, RJ.; LOVELL, C.W. A new look at compaction process in fills. *Bulletin of the Association of Engineering and Geology*, v.16, p.487-499, 1979.
- KILVERT, S.; HARTSOUGH, B. Visual impacts of forest operations: measuring concern in New Zealand. *LIRO report*, v.18, n.9, p.1-6, 1993.

- KOGER, J.L.; BURT, E.C.; TROUSEJR, AC. Multiple pass effects of skidder tires on soil compaction. *Transactions of the ASAE*, v.28, n.1, p.11-16, 1985.
- LI, C.v. Basic concepts on the compaction of soil. *Journal of soil mechanics. Foundation Division*, v.82, p.1-20, 1956.
- MCCOOL, S.F.; BENSON, R.E. Timber harvesting and visual resources: maintaining quality. *USDA. ForestService. INT general technical report*, n.243, p.117-122, 1988.
- MCNABB, D.H.; FROEHLICH, H.A. Conceptual model for predicting forest losses from soil compaction. In: *PROCEEDINGS OF THE 1983 SAF NATIONAL CONVENTION*. p.261-265, 1983.
- MAGRO, T.C. Manejo de paisagens em áreas florestadas. IN: *WORKSHOP SOBRE MONITORAMENTO AMBIENTAL EM ÁREAS FLORESTADAS*, 1, PIRACICABA, 1996. *Memória. Série Técnica IPEF*, v.10, n. 29, p.50-71, 1996.
- MUROSKEY, D.L.; HASSAN, A.E. Impact of tracked and rubber tired skidders traffic on a wetland site in Mississippi. *Transactions of the ASAE*, v.34, n.1, p.322-327, 1991.
- NEARY, D.G.; HORNBECK, J.W. Impacts of harvesting and associated practices on off-site environmental quality. In: *DYCK, W.J.; COLE, D.W.; COMERFORD, N.B. Impacts of forest harvesting on long-term site productivity*. London: Chapman & Hall, 1994. P.81-118.
- REISINGER, T.W.; SIMMONS, G.L.; POPE, P.E. The impact of timber harvesting on soil properties and seedling growth in the South. *Southern journal of applied forestry*, v.12, n.1, p. 58-67, 1988.
- SANDS, R; GREACEN, E.L.; GERARD, G.J. Compaction of sandy soils in radiata pine forests: 1 - a penetrometer study. *Australian journal of soil research*, v.17, p.101-113, 1979.
- SIDLE, RC.; DRLICA, D.M. Soil compaction from logging with a low-ground pressure skidder in the Oregon Coast Ranges. *Soil Science Society of America Journal*, v. 45, n.6, p.1219-1224, 1981.
- SIROIS, D.L.; STOKES, B.; ASHMORE, C. Primary transport of wood on sensitive sites in the Southeast. In: *Proceedings of the Council of Forest Engineering*, 1985. p.122-127.
- SCHROEDER, H.; DANIEL, T.C. Progress in predicting the perceived scenic beauty of forest landscapes. *Forest science*, v.27, n.1, p.71-80, 1981.
- STANKEY, G.H. Defining the social acceptability of forest management practices and conditions: integrating science and social choice. *USDA. Forest Service. PNW general technical report*, n.369, p.99-111, 1996.

STUDIER, D.D.; BINKLEY, V.W. *Cable logging systems*. Corvallis: Oregon State University, 1981. 211p.

TAYLOR, H.M.; BRUCE, R.R. Effects of soil strength on root growth and crop yield in the southeastern United States. *Soil science*, v.1, p.803-811, 1968.

USDA. FOREST SERVICE. *Visual quality best management practices for forest management in Minnesota*. Minnesota, 1994. 78p.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. *Transactions of the ASAE*, v.4, n.2, p.242-246, 1961.

WIBERG-CARLSON, D.; SCHROEDER, H. Modeling and mapping urban bicyclists preferences for trail environments. *USDA Forest Service. NC research paper*. n.303, p.1-11, 1992.