



LCF0683 - COLHEITA E TRANSPORTE DE MADEIRA

Aula 2. Sistemas de Colheita

Isto é Silvicultura?

Eng. Edson Antonio Balloni



- Cada vez mais, os ciclos florestais são diminuídos, e os plantios florestais, concentrados em grandes empresas. Tudo isso é normal e necessário, tendo em vista o foco do negócio das grandes empresas de celulose e papel e de madeira processada (MDF, MDP, etc.), que, cada vez mais, buscam aumentar a produtividade de polpa por unidade de área, diminuindo a idade das florestas.
- Tudo isso faz do Brasil o país com a maior produtividade florestal do mundo, mas... isso é silvicultura? Em minha opinião, não é.

Isto é Silvicultura?

Eng. Edson Antonio Balloni



- A floresta de regime único atende perfeitamente aos interesses das grandes empresas, pois a análise econômica do seu negócio é na ponta da indústria. Mas essa mesma floresta feita por pequenos e médios produtores, que precisam que ela dê resultado lá no campo, vale a pena?
- Eu já escrevi ... que uma árvore de primeiro desbaste de pínus teria o valor de um repolho, e que isso não remuneraria nem os custos de implantação feitos pelo produtor.
- **Continuem a leitura.**



2ª. Aula

- **1. Introdução**
- **2. Sistemas de colheita de madeira**
- **3. A evolução da colheita de madeira**
- **4. Planejamento da colheita de madeira**
- **5. Planejamento detalhado**
- **6. Fatores que influenciam a colheita**
- **7. Principais efeitos da colheita**
- **8. Considerações gerais**



1. Introdução

- **Colheita de Madeira**
- Conjunto de operações efetuadas no maciço florestal, que visa preparar e extrair a madeira até o local de transporte, fazendo-se uso de técnicas e padrões estabelecidos, com a finalidade de transformá-la em produto de consumo.

Etapas da colheita

- Corte
- Desgalhamento
- Toragem
- Descascamento
- Extração
- Carregamento
- Transporte
- Descarregamento



11 4 2006

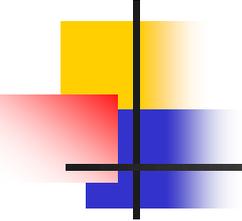
Inserção da colheita florestal

**Implantação
e Manejo
Florestal**

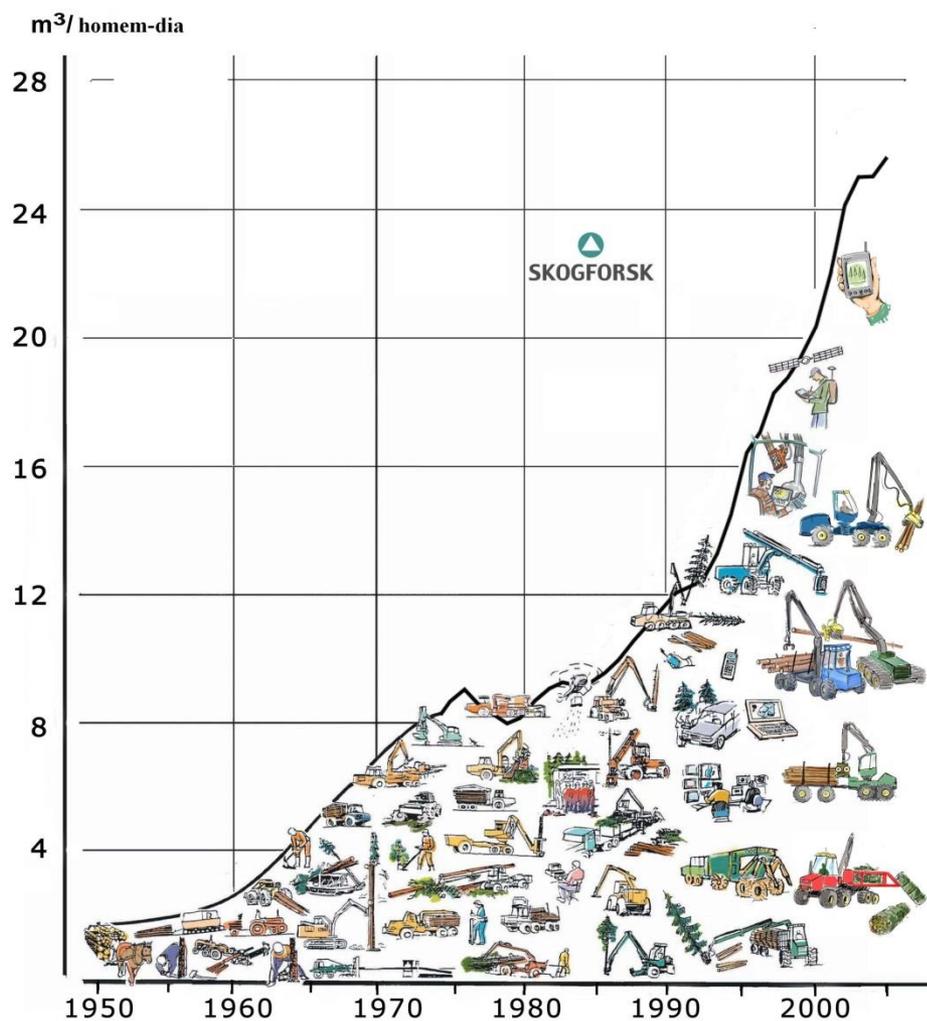
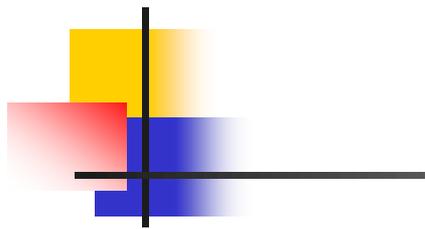
Ecossistema



Social

- 
- Diferenças regionais e estágios de desenvolvimento
 - Trabalho intensivo **X** Capital intensivo





Evolução da demanda e produtividade da mão-de-obra no setor florestal sueco

Máquinas florestais comercializadas no Brasil (década de 90):

- Abertura do mercado na década de 90
 - Auto-carregável (trator agrícola + carreta) e mini-skidder: 302 unidades



Máquinas florestais comercializadas no Brasil (década de 90):

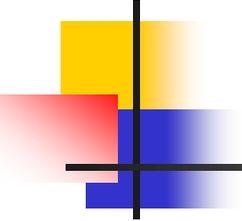
- Abertura do mercado na década de 90
 - Auto-carregável (trator agrícola + carreta) e mini-skidder: 302 unidades
 - Carregador florestal e escavadora com garra: 1435 unidades

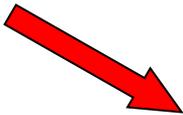




Máquinas florestais comercializadas no Brasil (década de 90):

- Abertura do mercado na década de 90
 - Auto-carregável (trator agrícola + carreta) e mini-skidder: 302 unidades
 - Carregador florestal e escavadora com garra: 1435 unidades
 - Feller-buncher: 45 unidades
 - Skidder: 105 unidades
 - Harvester: 129 unidades
 - Forwarder: 191 unidades

- 
- **Custos percentuais de produção de *Eucalyptus* spp, a uma distância média de transporte de 120 km.**

ETAPA	% CUSTO FINAL POSTO FÁBRICA	
Madeira em pé	36%	 R\$ 150,00 / m³
Corte	6%	
Extração	5%	
Desgalhe	3%	
Traçamento (“toragem”)	7%	
Transporte principal	43%	



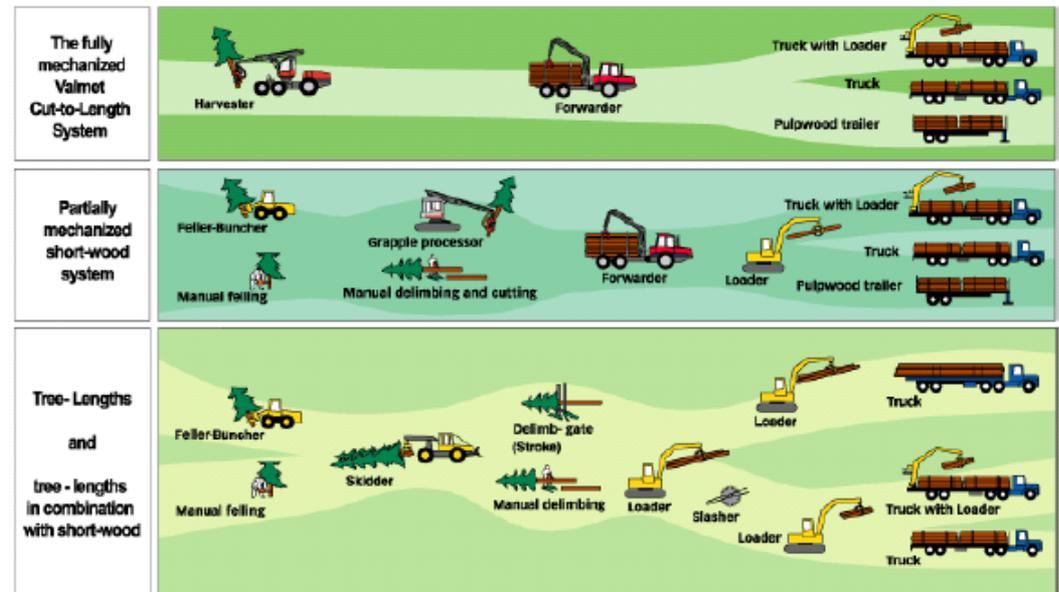
2. Sistemas de colheita de madeira

- **Sistema:**

- É um conjunto de operações que podem ser realizadas em um só local ou locais distintos e que devem estar perfeitamente integradas entre si, de modo a permitir um fluxo constante de madeira, evitando-se pontos de estrangulamento e levando os equipamentos a sua máxima utilização.

Sistemas de colheita

- Toras curtas
- Toras longas
- Árvores inteiras



- Produção de cavacos no campo





Toras curtas (“Cut-to-Length”)

- A árvore é processada no local de derrubada, sendo transportada para a margem da estrada ou para o pátio intermediário na forma de toras com menos de 6 m de comprimento.

Toras curtas: harvester + forwarder





Toras longas (“Tree Length”)

- A árvore é semi-processada (desgalhamento e destopo) no local de derrubada e transportada para a margem da estrada ou para o pátio intermediário em forma de fuste com mais de 6 m de comprimento.

Toras longas: feller-buncher + skidder



Sistema de árvores inteiras ("Full tree")

- A árvore é derrubada e levada para a margem da estrada ou para o pátio intermediário, onde é processada.

Work Place / Activities	Stand	Skidtrail	Landing	Hauling Road
Felling				
Choking and				
Winching Skidding				
Bucking				
Piling up and				
Loading Hauling				

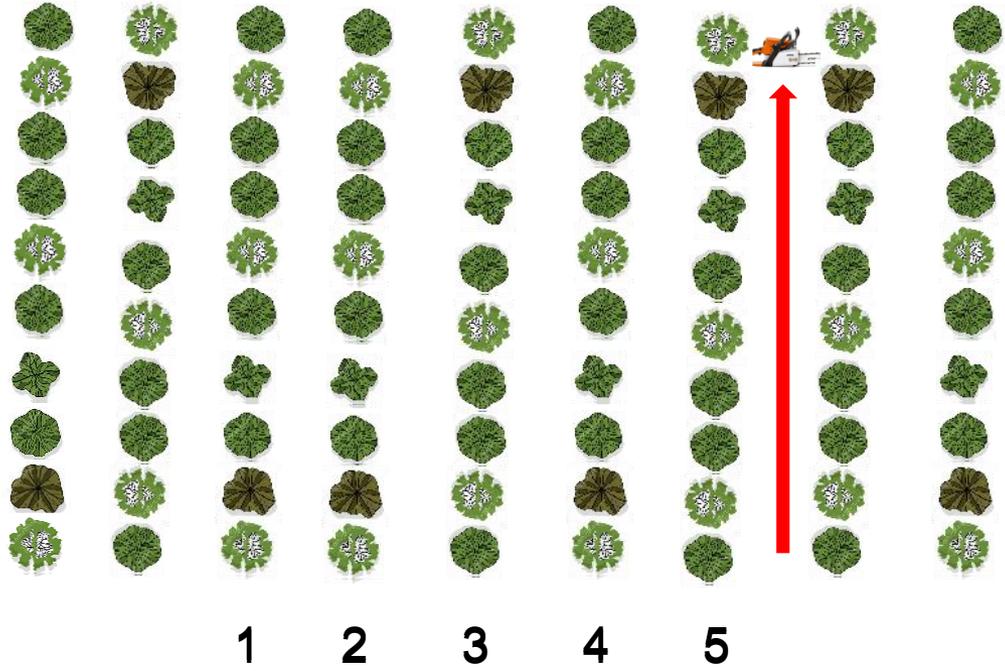
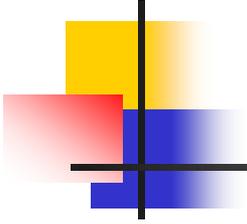
Fitomassa arbórea e nutrientes estocados ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos compartimentos arbóreos de *Eucalyptus saligna* e suas respectivas porcentagens do peso total

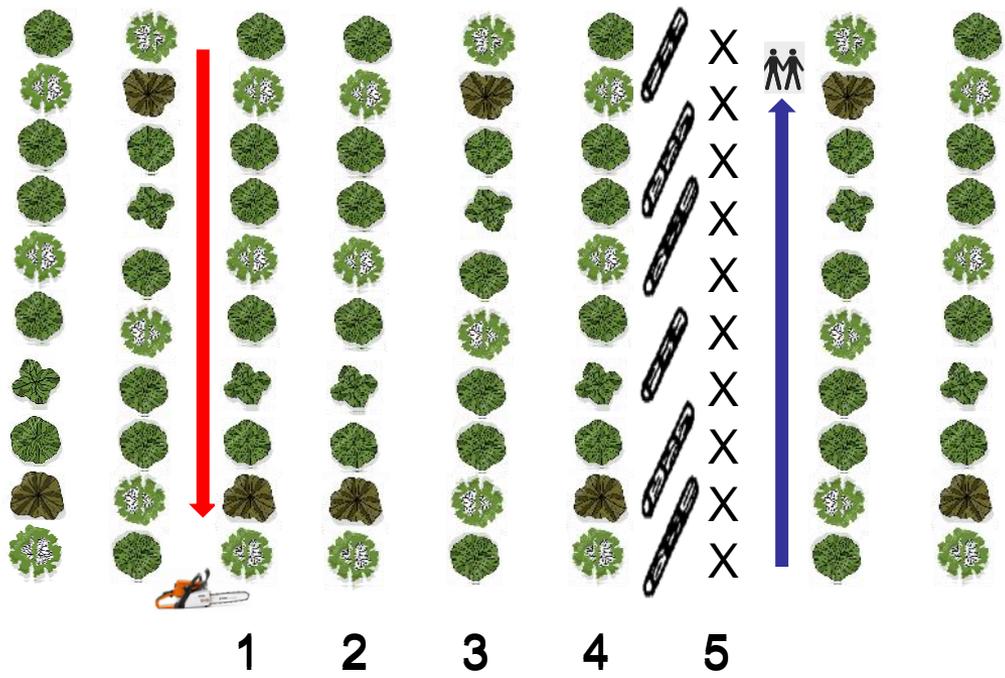
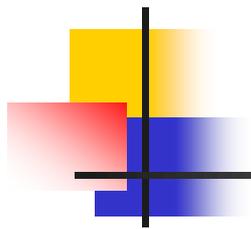
Comp.	Biomassa $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (%)	Elementos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Lenho	145.180,48 (81,5)	102 (50,63)	29 (55,04)	160 (51,80)	145 (18,24)	44 (32,71)	15 (47,50)
Casca	14.657,40 (8,2)	31 (15,33)	13 (25,00)	56 (18,07)	490 (61,50)	57 (42,94)	7 (23,98)
Ramos	13.615,25 (7,6)	26 (12,89)	6 (10,33)	46 (15,01)	123 (15,39)	20 (15,34)	3 (8,90)
Folhas	4.616,18 (2,6)	43 (21,16)	5 (9,63)	47 (15,12)	39 (4,87)	12 (9,01)	6 (19,63)
Sub-total	18.231,43 (10,2)	69 (34,05)	11 (19,96)	93 (30,13)	162 (20,26)	32 (24,35)	9 (28,53)
Total	178.069,31	200,75	52,76	308,31	796,06	133,13	30,57

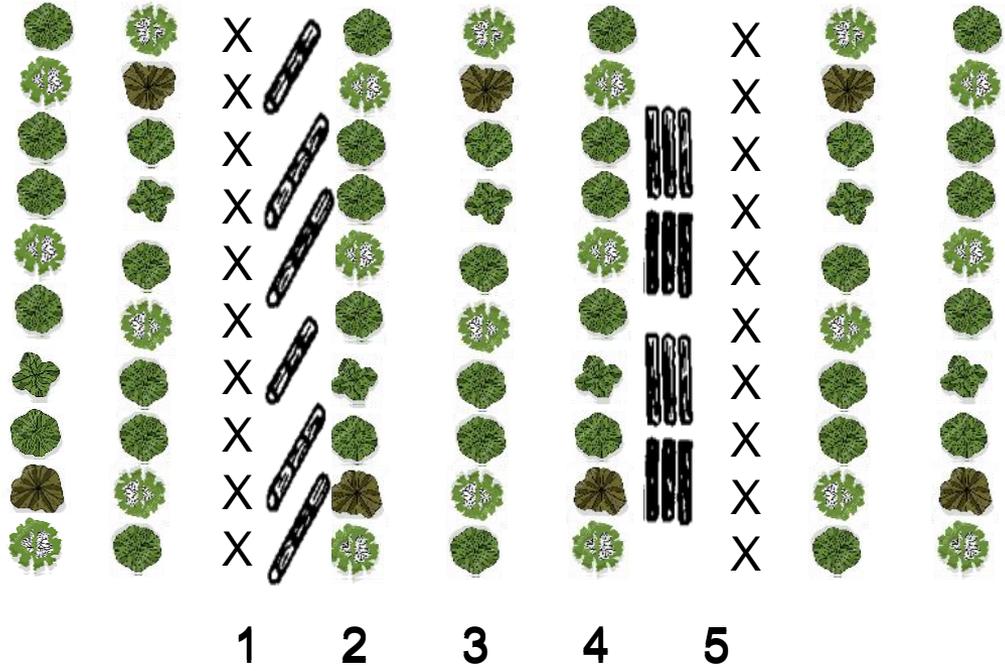
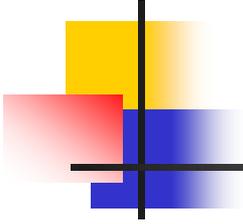


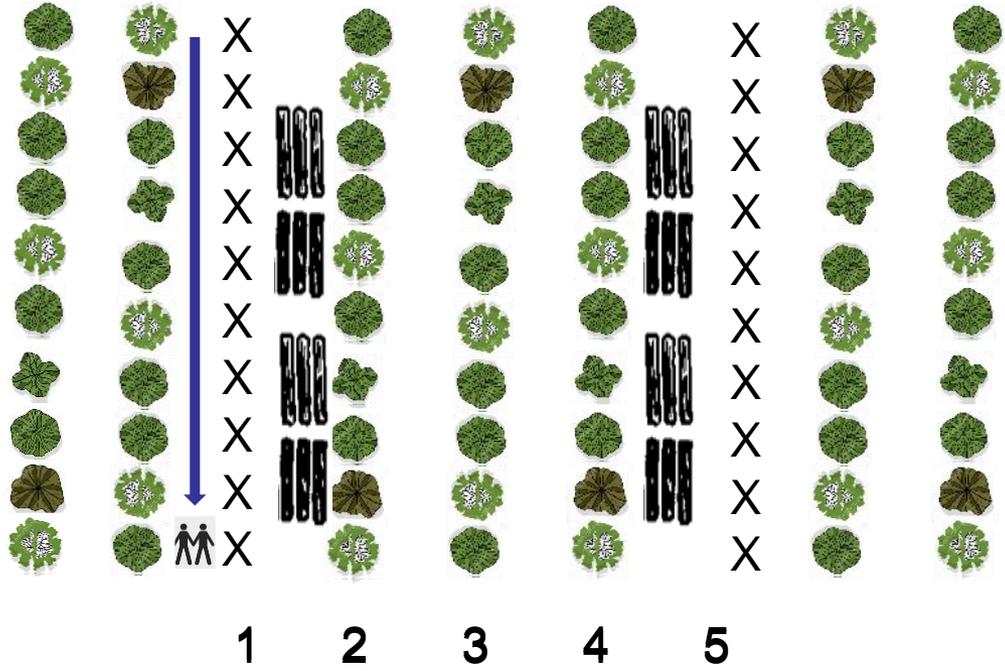
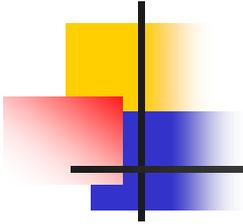
Planificação de sistemas de colheita

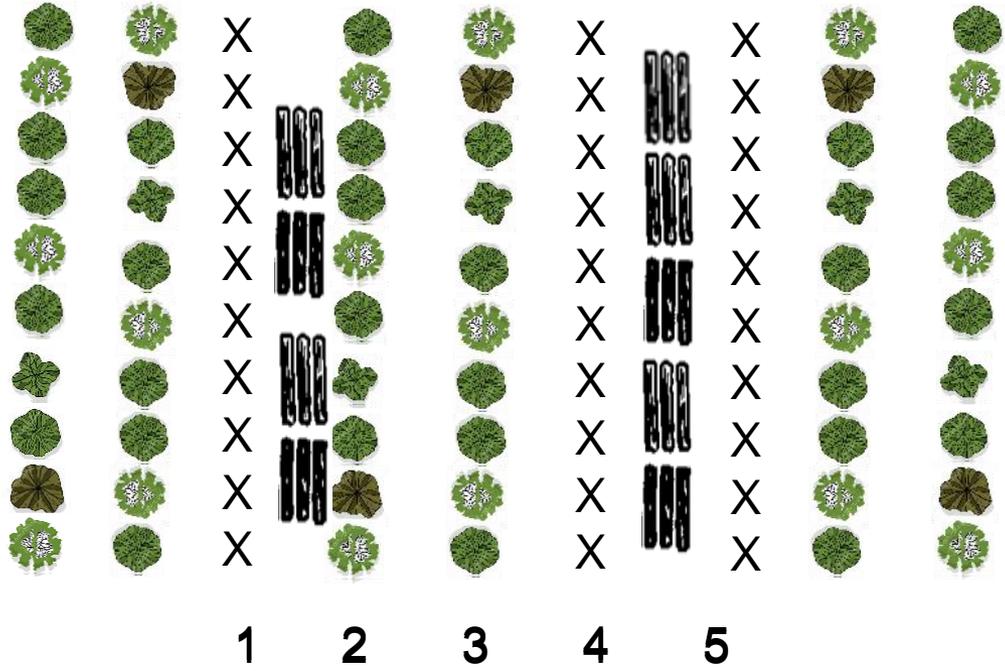
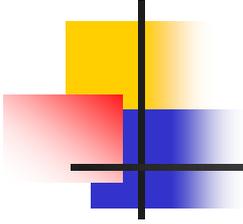
- Planejamento da colheita: integração de etapas visando a otimização do fluxo de madeira.
- Eito de colheita: número de linhas de árvores que compõem a faixa da floresta a ser cortada.
- Estabelecidos em função da produtividade da floresta, espaçamento de plantio, alcance dos “braços” (gruas) de corte, tamanho da equipe etc.

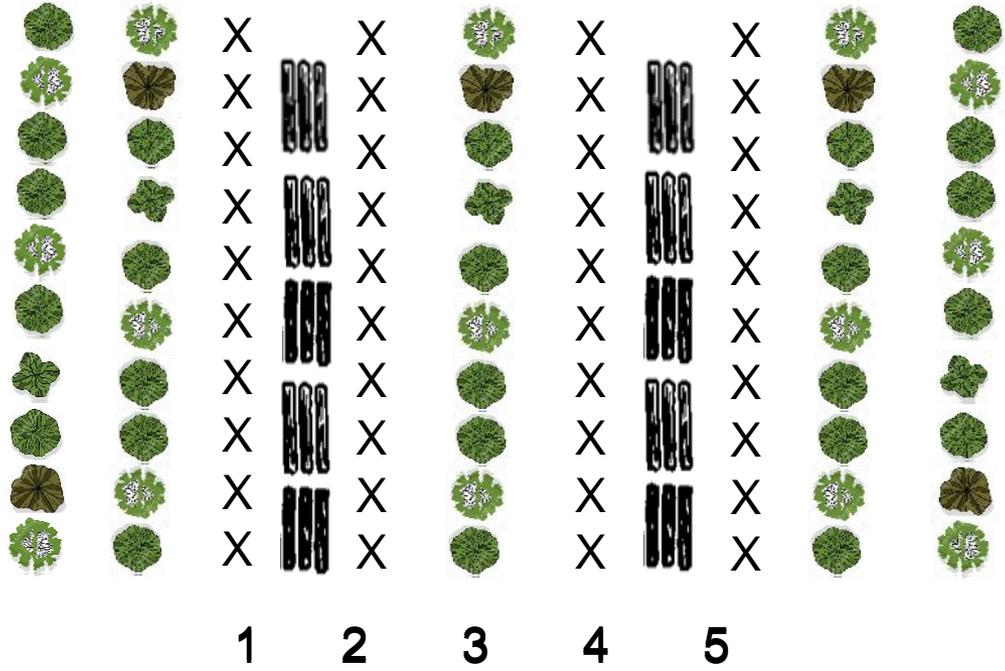
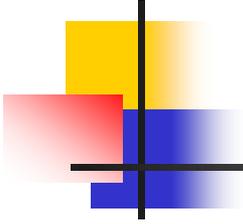


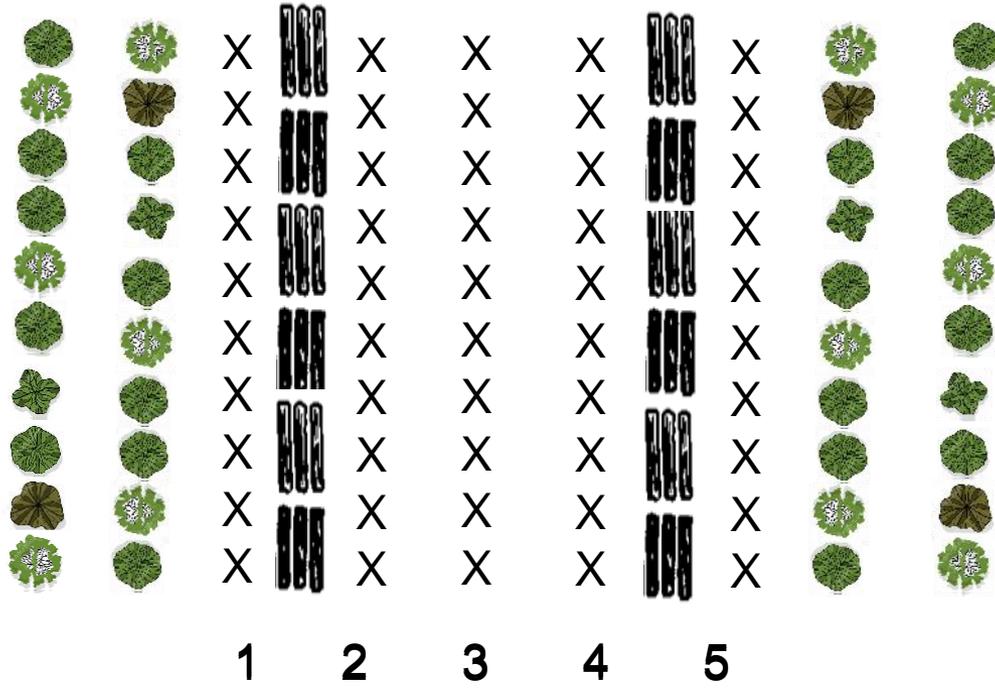
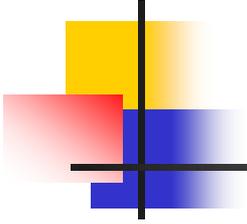












Sistemas mecanizados – Feller-buncher

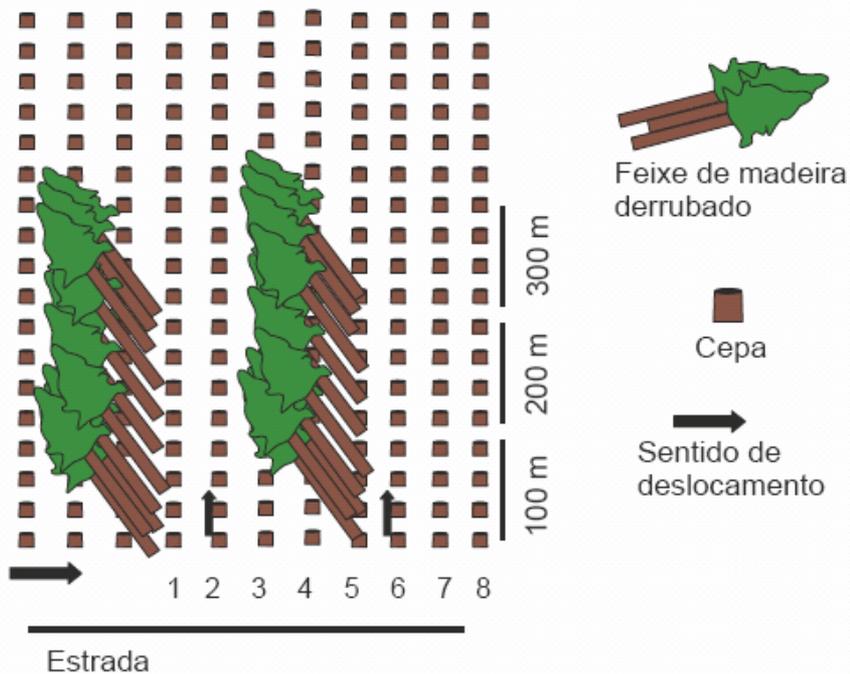


Feller buncher Hydro-Ax 611 EX



Feller buncher Cat 320 CL

Sistemas mecanizados – Feller-buncher

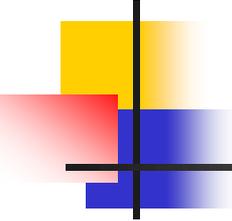


Disposição do feixe de árvores cortadas pelo feller buncher

Sistemas mecanizados – Harvester

- Eitos de 4 linhas, com o resíduo (galhos e folhas) sendo depositado na frente do trator
- Harvester desloca-se sobre a 2ª linha de árvores e as toras são depositadas transversalmente à sua esquerda





Desbaste

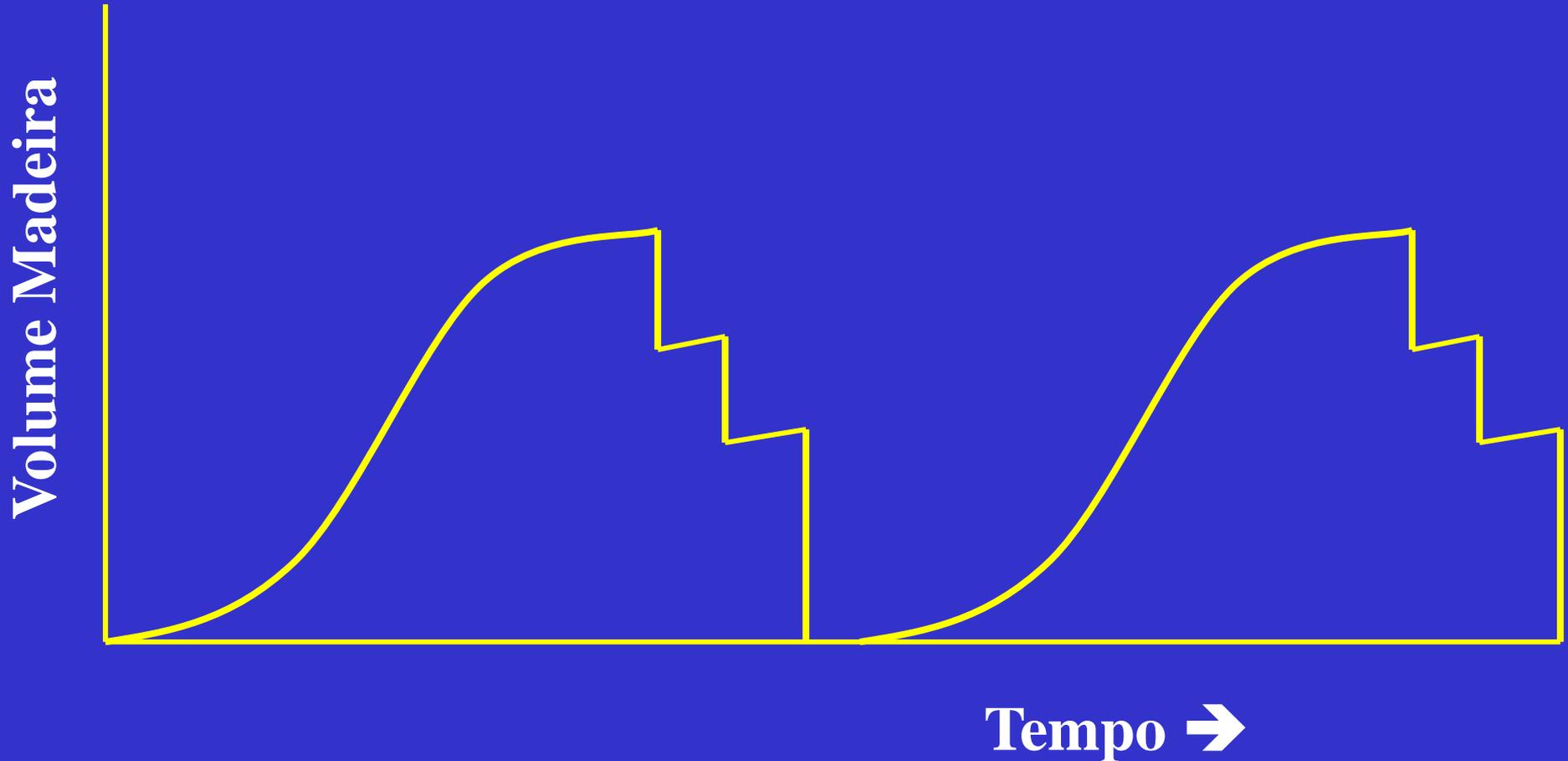
- Sistema de colheita comumente utilizado em florestas naturais e plantios de coníferas, onde são retiradas apenas algumas árvores, com aproveitamento parcial da floresta e liberação de espaço para um maior crescimento das árvores remanescentes.
- Implantação florestal: prever, já no plantio, o tipo de colheita e equipamentos a ser utilizados.

Corte seletivo (Desbaste)

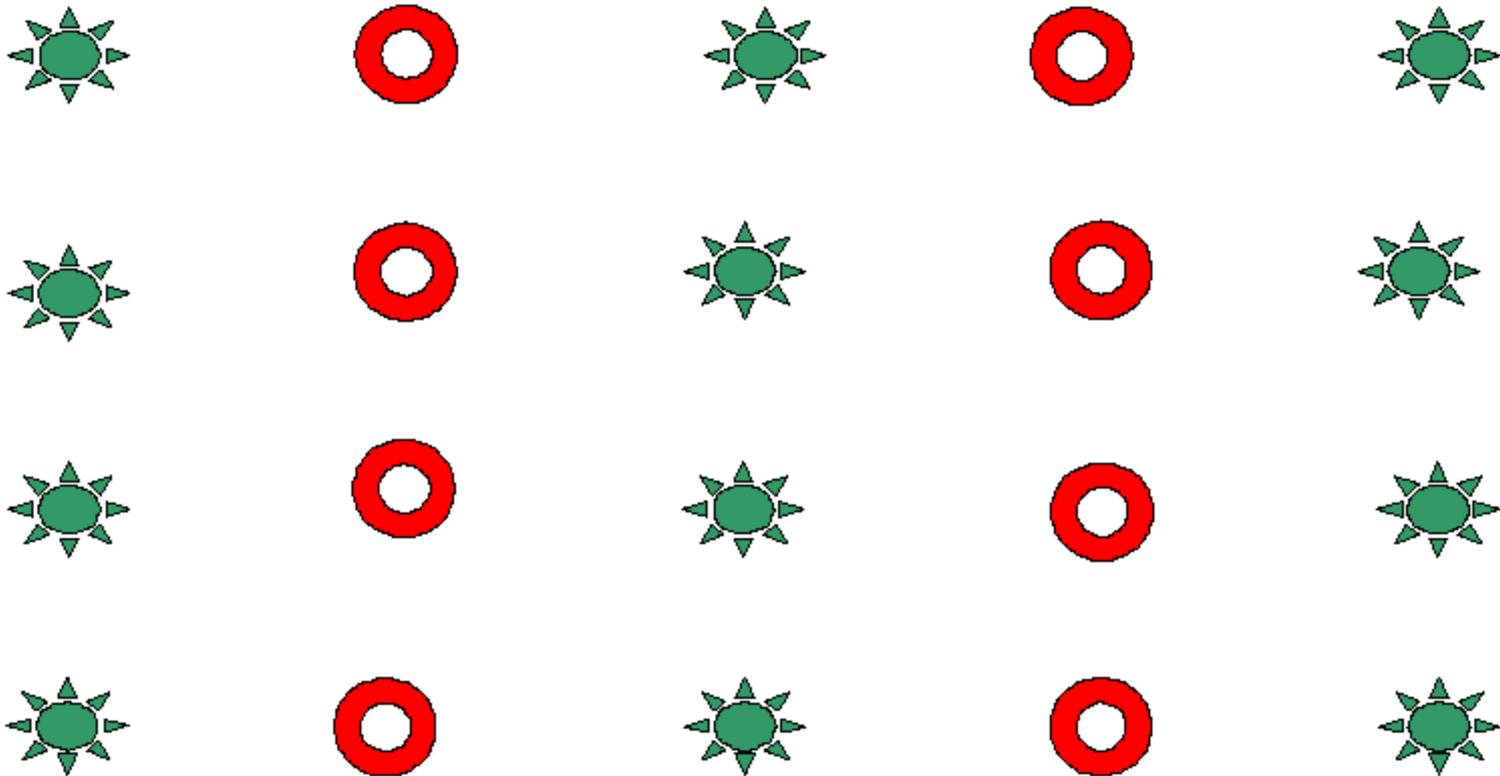
- Atenção especial: retirada da madeira e impacto sobre as árvores remanescentes.



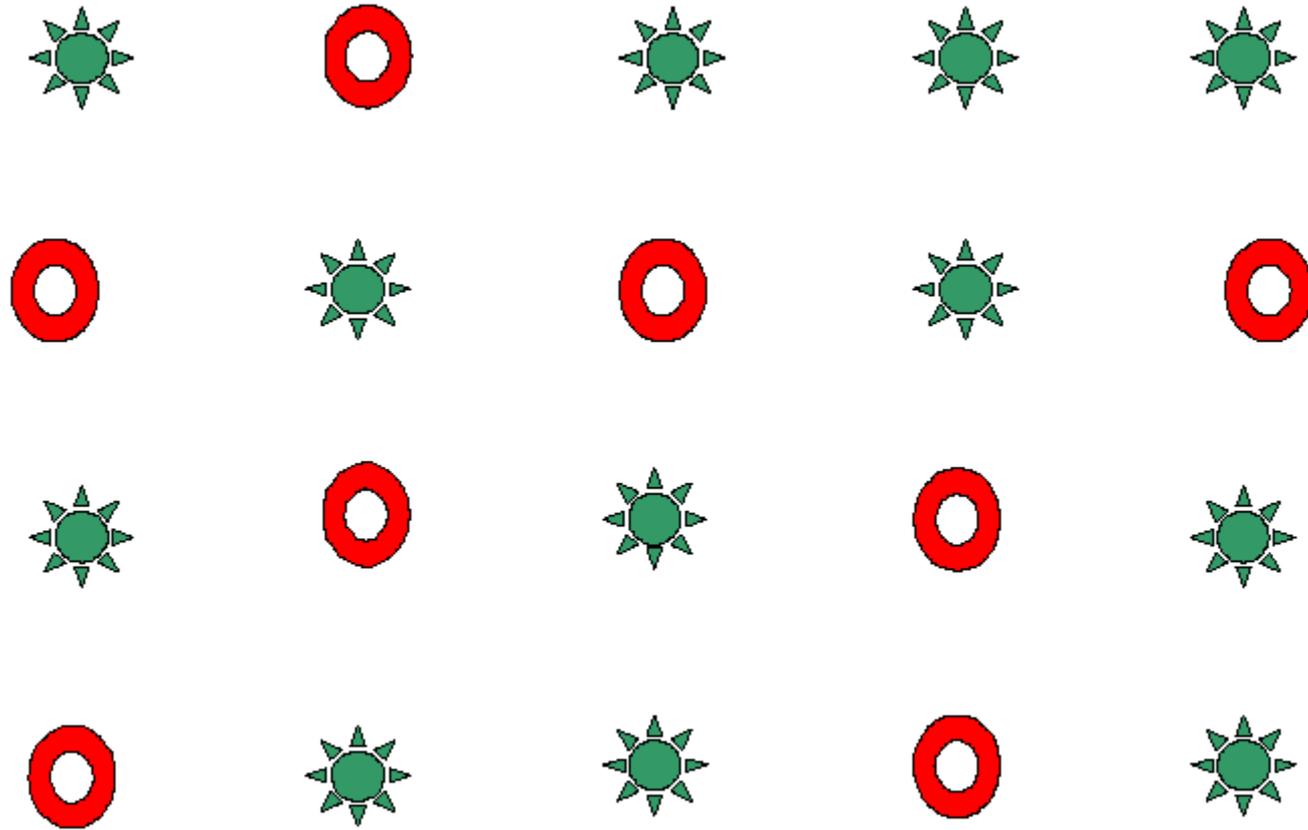
Alto Fuste – com Desbaste



Desbaste Sistemático (vantagens e desvantagens)



Desbaste Seletivo (vantagens e desvantagens)









Colheita de resíduos florestais



Efeitos dos Resíduos na Produtividade Florestal

- **Quanto colher de resíduos?**
 - Suécia, devido à exportação de nutrientes, são colhidos, em média, cerca de 70% dos galhos e 30% das acículas.
- **Trabalhos de Gonçalves, Arthur e Laclau – Esalq/USP**



Equivalência de nutrientes em adubo e valor econômico

Equivalência em Adubo	Sulfato de Amônio	Superfosfato Triplo	KCL	Calcário
	<hr/>			
	kg ha⁻¹			
Folha + Galho	450	56	70	268
Casca	225	76	120	532
Serapilheira	1125	61	90	1120
Total	1800	192	281	1920

Equivalência de nutrientes em adubo e valor econômico

Estoque de nutrientes	N	P	K	Ca	Mg
	<hr/> kg ha⁻¹ <hr/>				
Folha + Galho	90	11	35	52	15
Casca	45	15	60	115	18
Serapilheira	225	12	45	250	30
Total	360	38	140	417	63

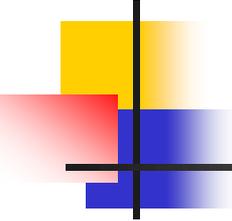
Equivalência de nutrientes em adubo e valor econômico

Equivalência em Reais	Sulfato de Amônio	Superfosfato Triplo	KCL	Calcário
	————— R\$ ha ⁻¹ —————			
Folha + Galho	374	97	82	7
Casca	187	133	140	14
Serapilheira	934	106	105	29
Total	1494	336	326	50

Total: R\$ 2.200,00 / ha

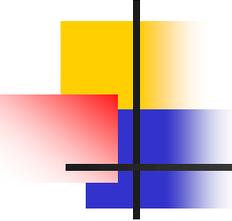
Adubo	Preço
	R\$ t ⁻¹
Sulfato de Amônio	830
Superfosfato Triplo	1750
KCl	1160
Calcário	26





3. A evolução da colheita de madeira

- **Escandinávia:** 90% na forma de toras curtas.
- Razões para essa preferência são:
 - grande quantidade de madeira é colhida por meio de desbastes, onde o risco de danos ao povoamento é reduzido realizando-se a toragem nas dimensões finais de uso antes da extração (transporte primário);
 - o volume das árvores removidas nos desbastes iniciais é pequeno, não sendo apropriado o seu transporte por meio de skidders. O uso de forwarders independe do tamanho das árvores;



3. A evolução da colheita de madeira

- **Escandinávia**: 90% na forma de toras curtas.
- Razões para essa preferência são:
 - forwarders - melhores condições ergonômicas para os operadores;

3. A evolução da colheita de madeira

- **Escandinávia**: 90% na forma de toras curtas.
- Razões para essa preferência são:
 - a baixa disponibilidade de áreas para armazenamento de madeira junto às florestas em algumas regiões;



en
fa

Custo da mão-de-obra elevado e exigências ergonômicas

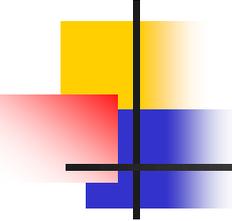


- **América do Norte:** 80% sistemas árvores inteiras.
- Skidder: equipamento robusto.

- Sistema
produç
- A produ
raramente
conven

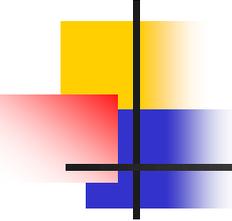


timizado para
em larga escala.
curtas
mas



4. Planejamento da colheita de madeira

- Tomada de decisões relativas às atividades futuras, procurando atingir resultados econômico, social e ambientalmente satisfatórios.
- Programa de ações que varia na sua natureza e extensão dependendo do comprimento do plano e do tamanho da respectiva área, atividades florestais requeridas e os recursos necessários com respeito à mão-de-obra, máquinas, rotas de transporte etc.



Pontos importantes

- Características dos métodos de colheita
- Espaçamento e padrão de estrada
- Considerações silviculturais
- Segurança

Pontos importantes

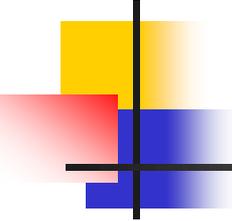
- Considerações ambientais: solo



Pontos importantes

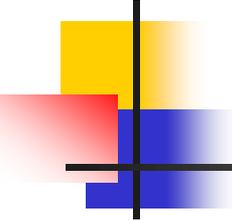
- População e mão-de-obra





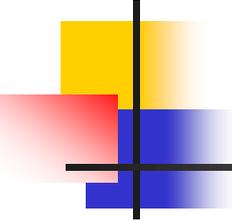
A estética da colheita de madeira

- Os quatro principais elementos da colheita de madeira que causam os maiores impactos visuais são:
 - estradas para caminhões;
 - pátios;
 - trilhas de arraste e
 - corte.



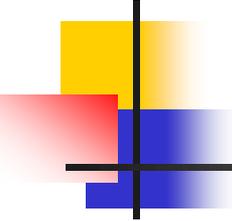
Estradas

- Alto impacto f(comprimento e largura);
- Fonte de maior despesa na colheita de madeira.
- Demandam planejamento cuidadoso para reduzir custos e minimizar impactos.
 - Ex.: quando as estradas são construídas e usadas durante a estação seca, elas mantêm-se melhor, parecem em ordem, são menos erodidas e custam menos.



Metas na construção de estradas:

- Diminuir os efeitos da lama e erosão:
 - seguir as Melhores Práticas de Manejo (M.P.M) para minimizar a erosão do solo e proteger a qualidade da água;
 - identificar os solos que podem causar problemas;
 - adequar a localização da estrada com a topografia para reduzir os distúrbios do solo;
 - evitar inclinações acentuadas ou longas;
 - providenciar drenagem adequada;
 - permitir que as novas estradas tenham um tempo para acomodação e estabilização antes do uso.

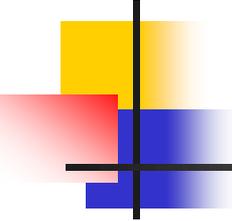


Metas na construção de estradas:

- Realçar o uso recreacional:
 - evitar cruzar cursos d'água;
 - deixar árvores grandes e atrativas ao longo das estradas;
 - onde apropriado, criar aberturas para alguma vista especial ou habitat para vida silvestre.



19 4 2007

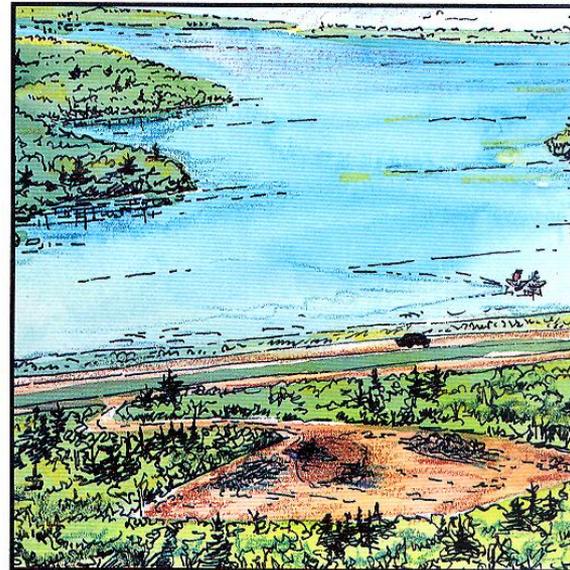
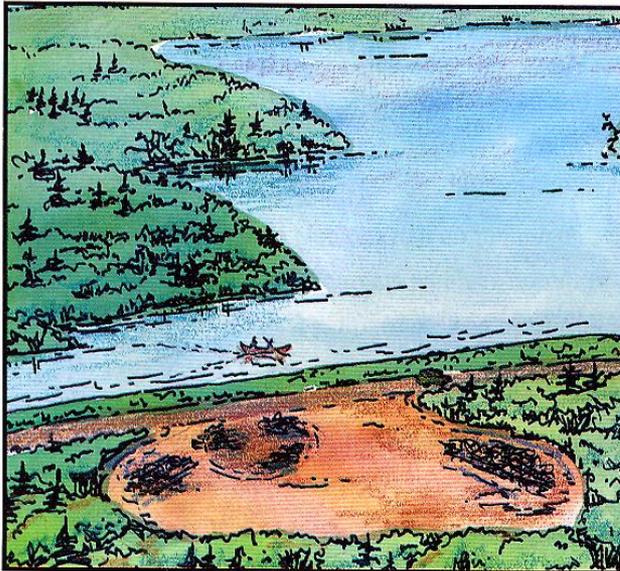


Considerar os seguintes pontos:

- Presença menos agressiva:
 - seguir sempre as Melhores Práticas de Manejo para controle da erosão do solo;

Considerar os seguintes pontos:

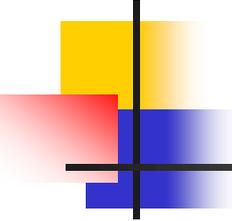
- Presença menos agressiva:
 - ocultar os pátios da vista das estradas, trilhas ou outras áreas sensíveis usando a topografia e vegetação como barreiras;



Considerar os seguintes pontos:

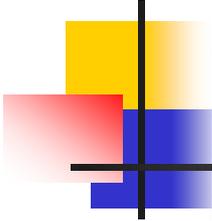
- Presença menos agressiva:
 - localizar os pátios em locais bem drenados longe de água;
 - manter a lama fora das estradas públicas colocando cascalho ou cavacos de madeira por cerca de 60 metros antes da entrada da estrada.



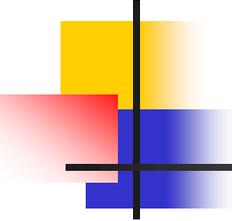


Considerar os seguintes pontos:

- Reduzir a bagunça e a desordem:
 - reduzir os custos de limpeza identificando os locais para colocação do lixo com antecedência;
 - minimizar a quantidade de resíduos de madeira nos pátios pela correta utilização e por cortar e deixar na floresta as partes que não serão utilizadas;



S



Trilhas de arraste:

- Reduzir lama e erosão:
 - seguir MPM's;
 - localizar as trilhas de arraste de maneira a se adequarem ao terreno acompanhando os contornos;
 - evitar terrenos inclinados;
 - manter todas as trilhas de arraste fora dos cursos d'água;
 - instalar barreiras para água quando a inclinação da trilha for maior do que 5 %; etc.

Trilhas de arraste:

- Proteger árvores residuais: designar árvores para servirem como “para-choques” evitando danos às árvores residuais;



Trilhas de arraste:

- Proteger árvores residuais:
 - evitar guinchamento e arraste em ângulos agudos;



Trilhas de arraste:

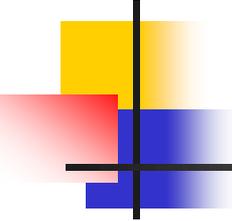
- Não transportar árvores em condições de alto teor de água no solo que irão resultar em sulcamento excessivo, erosão, ou compactação do solo.



Corte:

- Como primeira atividade na extração de madeira, o corte pode determinar o nível de impacto das etapas subsequentes.
- O corte mal feito, por exemplo, pode danificar o talhão ou causar impactos durante o arraste.





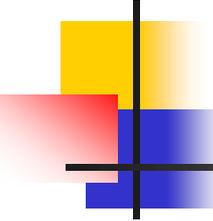
Corte:

- Marcar árvores somente se elas puderem ser cortadas sem causar danos excessivos ao povoamento residual;
- trabalhar de maneira ordeira;

Corte:

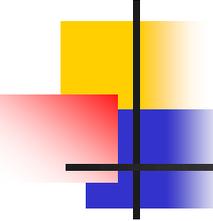
- usar técnicas de corte direcional;
- cortar os tocos o mais próximo possível do solo.



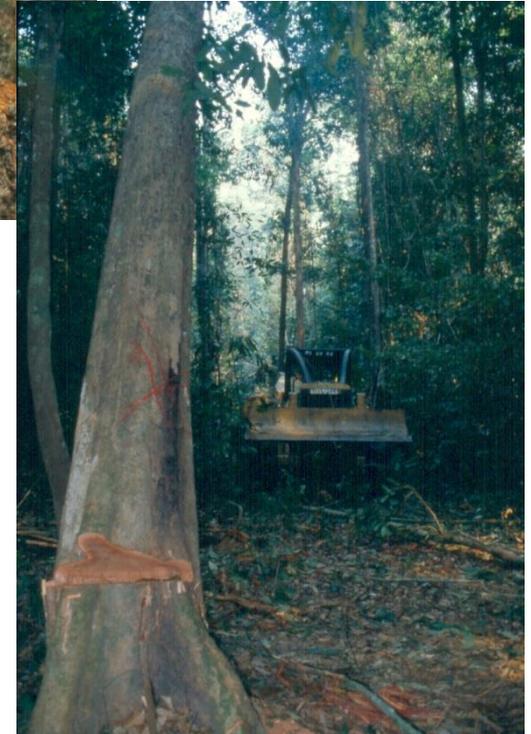


Corte:



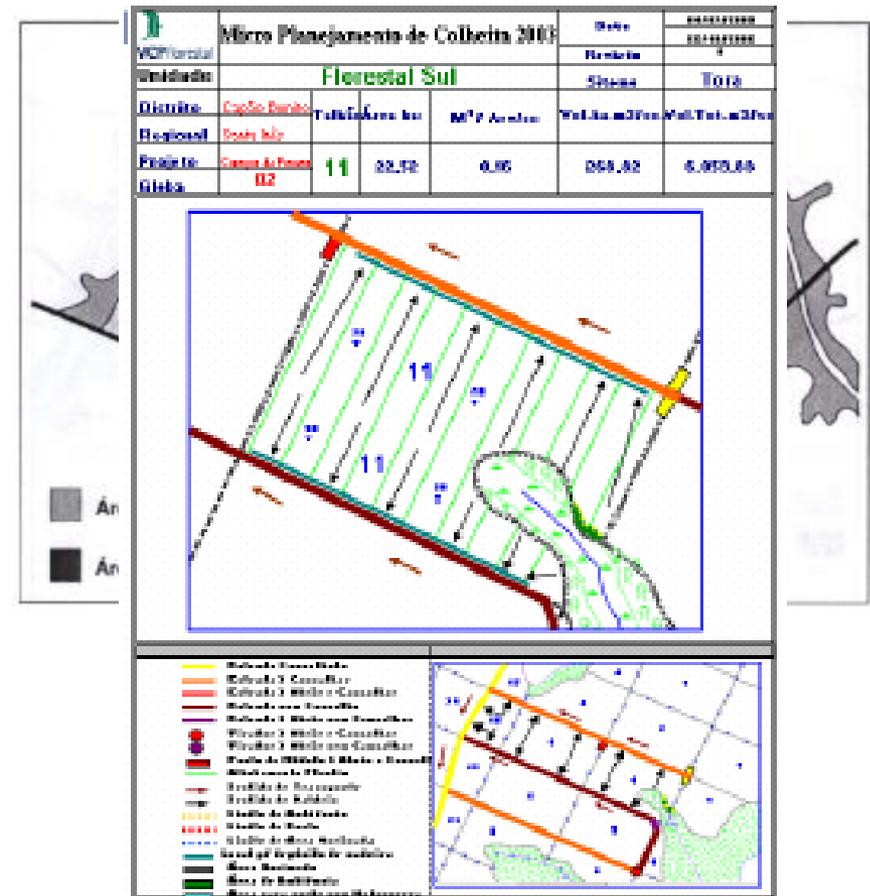


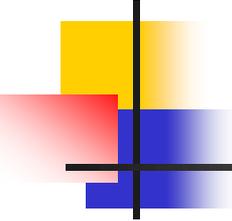
Corte:



5. Planejamento detalhado:

- Mapas e fotografias aéreas
- Levantamento de terras e rotas
- Dados do talhão
- Dados de custos
- Equipamentos
- Aspectos legais
- Reconhecimento prévio
- Estimativa dos custos

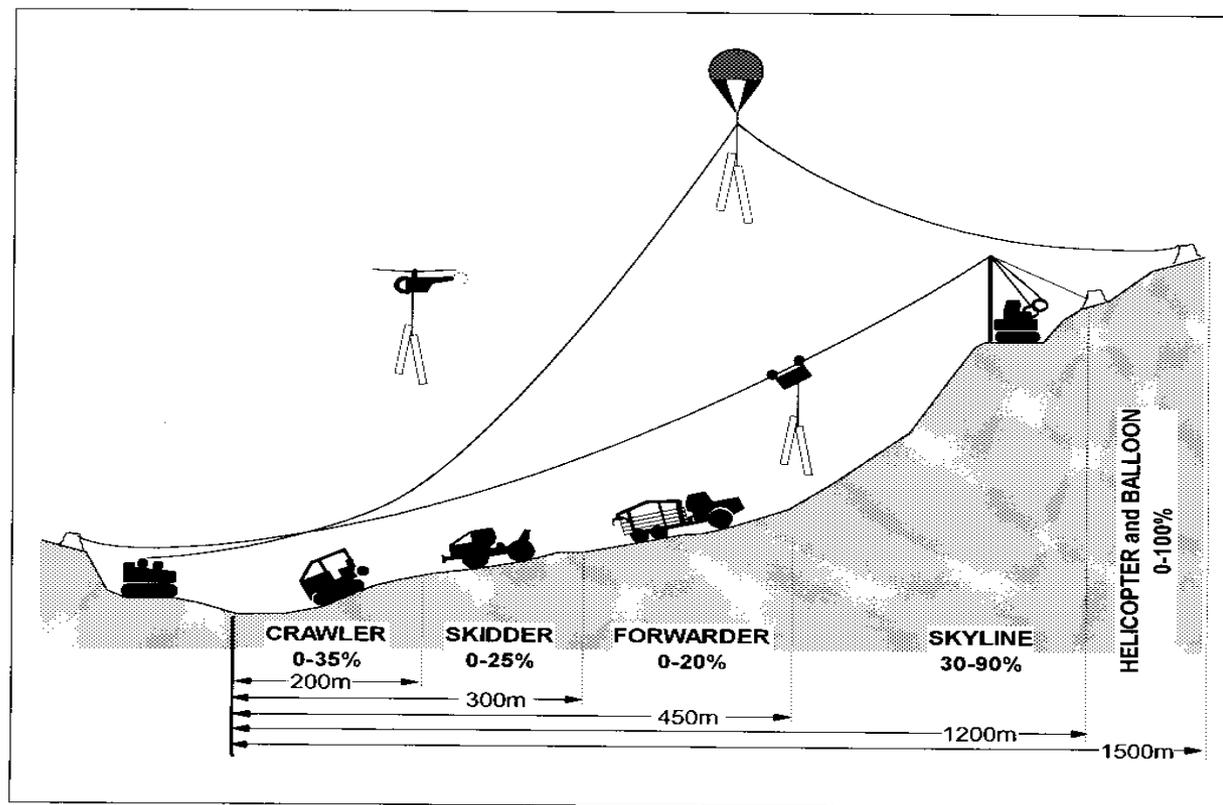


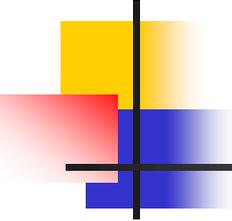


6. Fatores que influenciam a colheita

- Localização geográfica e extensão da área de trabalho
 - Altitude
 - Extensão da área (contínua ou descontínua)
- Aspectos climáticos
 - Precipitação, condições de temperatura, umidade e ventos
- Capacidade de suporte do terreno
 - Tipo de solo e teor de água
- Topografia

Limites de distância de transporte e declividade de terreno para diferentes sistemas de colheita





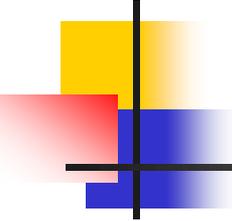
6. Fatores que influenciam a colheita

- Características das árvores
 - Diâmetro
 - Galhos e copa
 - Peso das árvores e casca
 - Qualidade da madeira
- Características da floresta e tipo de colheita
 - Produção de madeira
 - Espaçamento de plantio
 - Tipo de corte: raso, desbaste sistemático, seletivo etc.
 - Rede viária

7. Principais efeitos da colheita

- Colheita de Madeira e o impacto sobre o Solo, Manejo de Bacias Hidrográficas, Ecologia etc.
- Efeitos biológicos
- Danos ao solo
 - Compactação
 - Erosão
 - Distúrbios diversos





8. Considerações gerais

- Falta de tradição na atividade florestal
- Mecanização florestal
- Processo de terceirização

https://www.youtube.com/watch?v=pOIOgYYeg_k
