

Capítulo 8 – Execução e Monitoramento das Operações de Campo

Evandro Orfanó Figueiredo
Evaldo Muñoz Braz
Marcus Vinício Neves d'Oliveira

A grande vantagem do Modelo Digital de Exploração Florestal (Modelflora) é a compatibilidade da modelagem da realidade de campo com o planejamento do manejo e, principalmente, a facilidade de execução do planejamento pelos operários florestais.

Com a rastreabilidade das operações de corte, abertura de estradas, pátios e trilhas de arraste, o engenheiro poderá corrigir, ainda durante a exploração florestal, as falhas operacionais.

Com o mapa de exploração elaborado, será confeccionado uma versão digital para inserção em receptores GPS Sirtf Star III. A versão digital constitui o principal instrumento de execução da exploração florestal do manejo.

A partir do GPS a equipe de campo cumprirá os seguintes passos, conforme o Modelflora:

- Demarcação e abertura da estrada principal e estradas secundárias.
- Demarcação dos pátios de estocagem.
- Reconhecimento com GPS dos pontos de risco ambiental de cada Unidade Trabalhada (UT), a ser feita pela equipe de corte.
- Estudo da direção de queda da árvore a ser cortada e conciliação com a trilha de arraste e pátios.
- Corte da árvore e traçamento.
- Marcação do sentido de queda da árvore no mapa de exploração por pátio.
- Marcação do número seqüencial das toras e árvores para o romaneio.
- Navegação e abertura da trilha até a árvore cortada localizada mais distante do pátio de estocagem.

- Navegação e abertura das trilhas secundárias da árvore mais distante para a mais próxima.
- Administração do romaneio em campo.
- Vistoria pós-exploração pelo órgão ambiental.

O Modelo Digital de Exploração Florestal permitirá uma significativa melhora no sistema de vistoria e monitoramento do manejo florestal licenciado. O sistema de exploração passa a ser uma relação muito mais franca entre empresa florestal e órgão ambiental.

Com antecedência, ambos sabem (com aceitável precisão) onde se encontram os pontos críticos de risco ambiental tais como: supressão da vegetação da APP pela abertura de clareiras, pontes, pátios, estradas, acampamentos e regiões restritivas à abertura de estradas.

Transferência do Mapa de Exploração Florestal para o GPS

A transferência dos dados do mapa de exploração florestal para o GPS de alta sensibilidade é feito pelo software TrackMaker Pro versão 4.0. Os arquivos de estradas primárias e secundárias, pátios de estocagem, trilhas e árvores inventariadas encontram-se inicialmente no formato shapefile. Antes da importação dos dados para o TrackMaker deve-se inicialmente criar um arquivo de árvores exploráveis, visto que a memória de pontos do GPS (modelo Garmin 76 CSx) é limitada em mil árvores e esta capacidade atende tranqüilamente uma Unidade de Trabalho (UT) de até 200 hectares. Portanto, no planejamento das unidades de trabalho deve-se ter o cuidado de não criar UTs superiores a mil árvores exploráveis.

Para criar o arquivo de árvores exploráveis é necessário executar o ArcMap e, posteriormente, o ArcCatalog. No ArcCatalog posiciona-se o curso do software no arquivo correspondente às árvores do inventário 100% e clica-se “Ctrl + C” (criar um arquivo cópia), em seguida, por meio do ArcCatalog, cola-se o arquivo em outra pasta, renomeado como “arvores_exploraveis”.

O próximo passo é a edição do arquivo, visando extrair as árvores remanescentes, protegidas por lei, porta-sementes e as árvores localizadas em áreas de preservação permanente.

Para isso, adiciona-se o arquivo shapefile de "árvores_exploráveis" na "Layers" do ArcMap, clicando-se com o botão direito do mouse sobre o "Data Frame Tools"; em seguida aciona-se o "Add Data" para adição do arquivo. Com o arquivo aberto, deve-se acionar o "Editor" >> "Star Editing". Em seguida clica-se com o botão direito do mouse sobre a Layer das "árvores_exploráveis" e aciona-se a função "Open Attribute Table"; a qual abrirá a tabela de atributos (ENVIROMENTAL, 2007).

Esta tabela constará de diversas colunas oriundas do banco de dados original do GPS, obtidas durante a realização do inventário, além de colunas adicionadas pela edição do arquivo durante a construção do mapa de exploração, tais como volume, área basal, espécie, gênero, família, CAP, DAP, entre outras.

Entre as colunas deve-se ter uma correspondente à "Categoria de Exploração", geralmente, denominada de "CE" (tipo numérico). A categoria de exploração é a classificação da árvore no ecossistema florestal manejado, a exemplo das árvores a serem exploradas, as árvores que formarão o estoque remanescente, as que compõem as APPs, as porta-sementes e as de espécies protegidas por lei. Usualmente, emprega-se o número "1" para as árvores exploráveis, "2" para as remanescentes, "3" para as espécies raras, "4" para as localizadas em APPs, "5" para as porta-sementes e "6" para as espécies protegidas por lei.

Deve-se marcar a coluna "CE" ou correspondente, e com o botão direito do mouse aciona-se "Short Ascending" para organizar os dados por ordem crescente da categoria de exploração (Fig. 1).

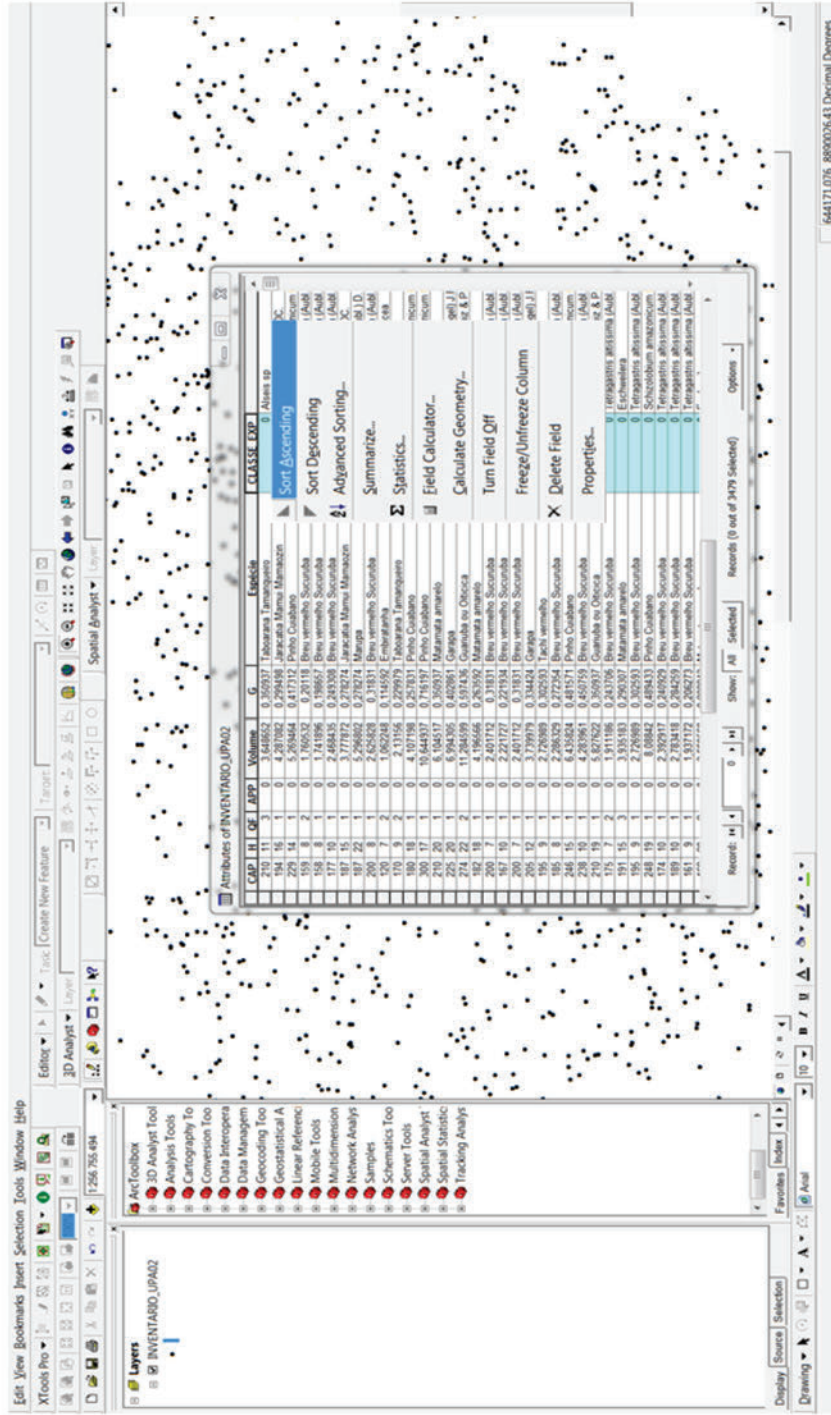


Fig. 1. Procedimento para edição do arquivo de árvores exploráveis.

O passo seguinte será apagar do arquivo todas as árvores diferentes do valor "1", deixando desta forma somente as árvores exploráveis. Para isso, marcam-se na tabela (com o mouse) todas as árvores não exploráveis e com o botão direito do mouse deletam-se as informações utilizando "Delete Selected" (Fig. 2). Por fim, a tabela de atributos é fechada e as informações editadas pela ferramenta "Editor" >> "Save Edits" >> "Stop Editing" salvas (ENVIROMENTAL, 2007). Com isso concluem-se os procedimentos para criação e edição de um arquivo shape de árvores exploráveis.

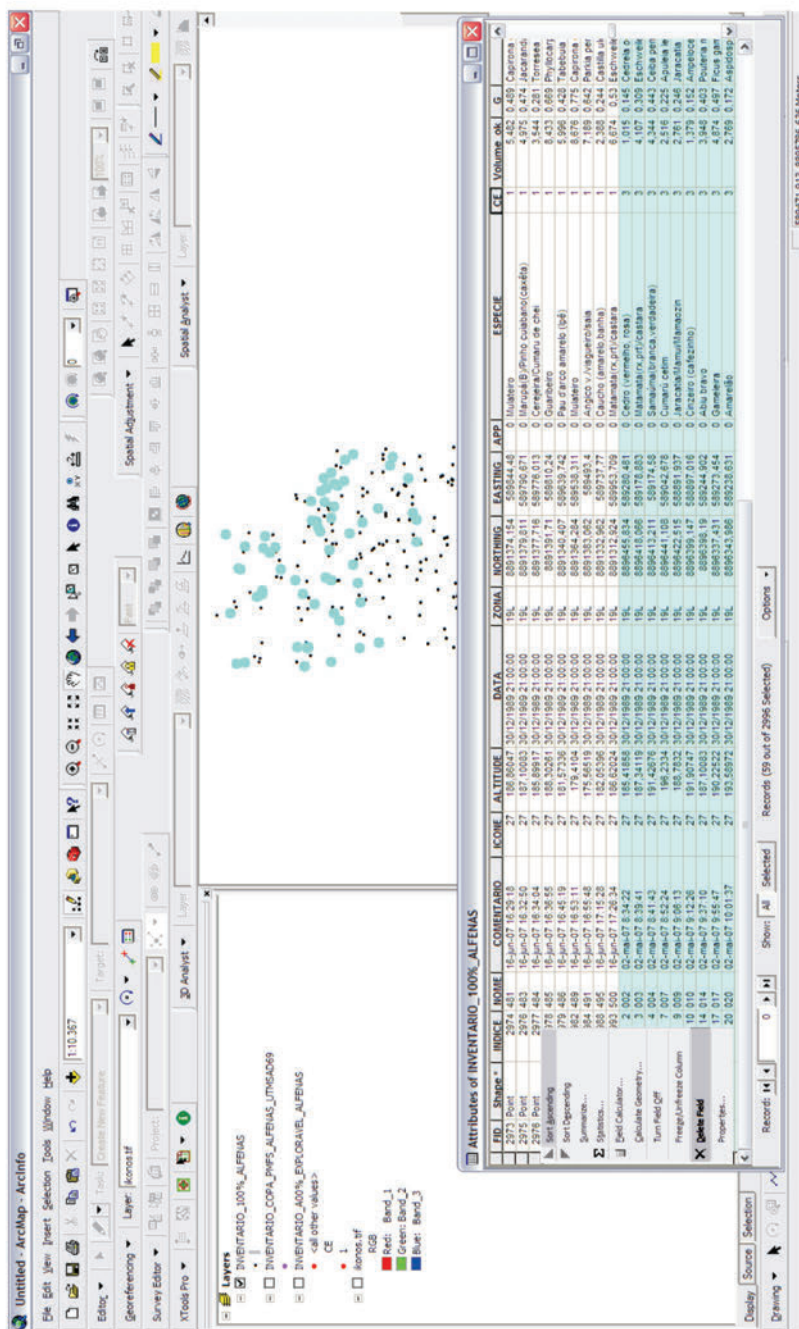


Fig. 2. Procedimento para apagar o registro de informações das árvores não exploráveis, no arquivo shape de "árvores exploráveis".

Após a criação do arquivo de árvores exploráveis, a próxima etapa é construir o arquivo do mapa de exploração para GPS. Executa-se o software TrackMaker e, em seguida, configuram-se as unidades, coordenadas e datum, conforme mencionado no capítulo 7.

Abre-se o arquivo shape correspondente à UT, por meio da janela “Arquivo>>Abrir arquivo”. Seleciona-se em “Files of type” o tipo de arquivo “Arquivos Shapefile do ArcView (shp)” e, em seguida, adiciona-se o arquivo do polígono da área da UT (Fig. 3).

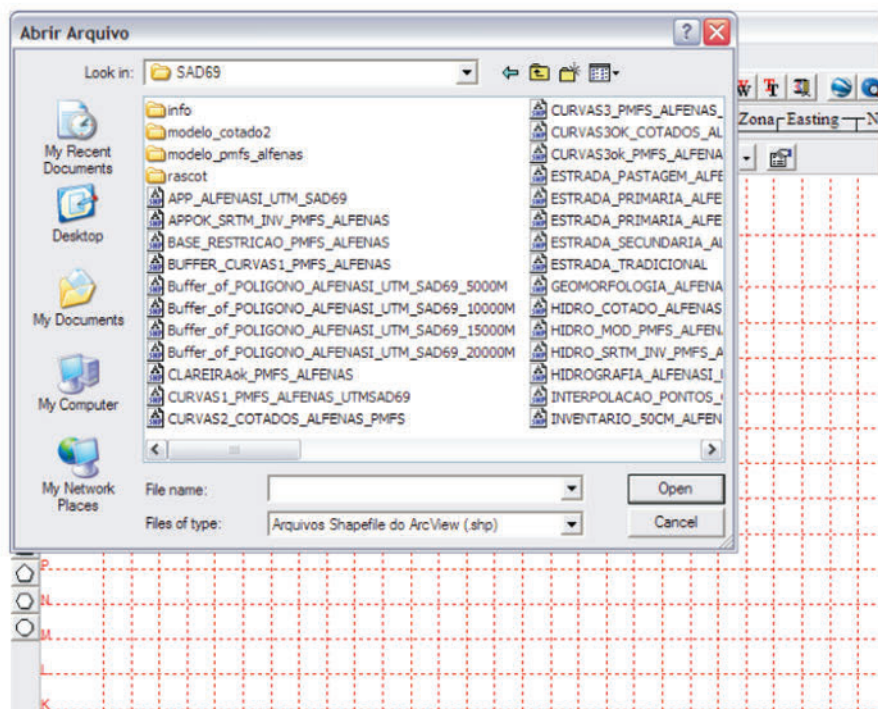


Fig. 3. Procedimento para inserção do arquivo shape no software TrackMaker.

Uma janela denominada de “Ferramentas de Importação de Dados” será aberta. Nesta janela marca-se na opção “Escolha o Sistema de Coordenadas” a alternativa UTM e nomeia-se a zona correspondente. Pode-se também configurar o formato da linha, por meio da opção “Importação do Arquivo de Dados” >> “Trilhas”. Este procedimento deverá ser repetido para inserção dos arquivos

referentes a estradas primárias, estradas secundárias, pátios de estocagem e trilhas de arraste (Fig. 4).

Por meio do ícone de “Unir arquivos”, o arquivo final, montado com todos os shapefiles de interesse, deve ser salvo na extensão “gtm” ou “gpx”. Caso seja de interesse, ainda podem ser inseridos topos de morros, áreas de preservação permanente, ponto de acampamento, áreas de risco ambiental, entre outras.

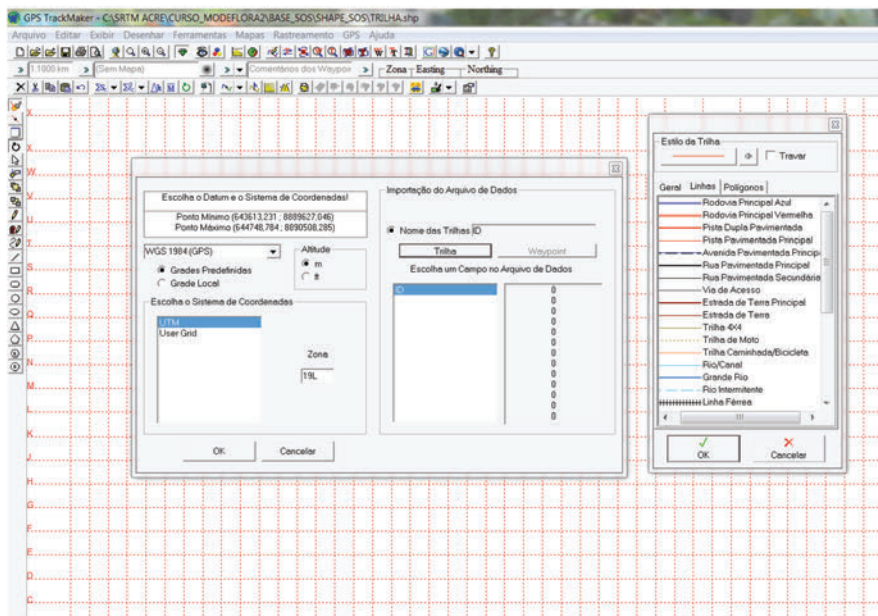


Fig. 4. Procedimento para configurar a janela de “Ferramentas de Importação de Dados” do TrackMaker.

Para inserção das árvores exploráveis deve-se seguir o mesmo procedimento descrito anteriormente, porém com o cuidado de selecionar em “Importação do Arquivo de Dados” a opção correspondente ao número da placa de identificação das árvores para nomear “Wpt Nome” e “Wpt Comentário”. O mapa que será transferido para o GPS encontra-se na Fig. 5.

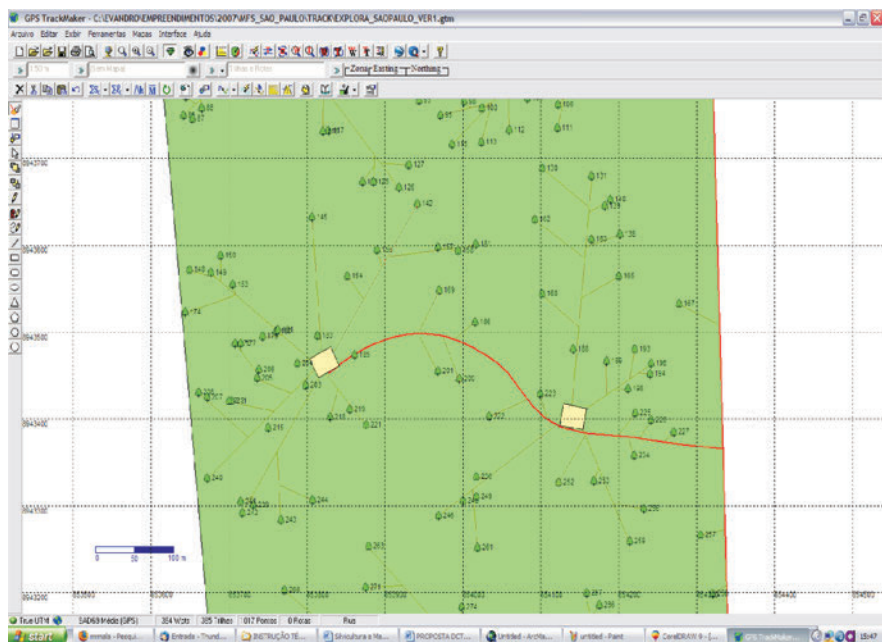


Fig. 5. Mapa de exploração florestal que será transferido para o GPS.

Para carregar o GPS, basta conectar o cabo USB e, posteriormente, acionar a “Interface Garmin”; em seguida clica-se em “Enviar Dados para o GPS” >> “Tudo”. O receptor GPS está pronto para os trabalhos de exploração florestal da unidade de trabalho do plano de manejo.

Alocação do Planejamento Florestal em Campo

Depois de inserido o mapa de exploração florestal da UT, o trabalho de campo será todo executado com auxílio do GPS de alta sensibilidade.

A primeira etapa será marcar na floresta os pontos em que serão abertas as estradas principal e secundária, seguidos da marcação dos pátios de estocagem, localização das árvores do entorno dos

pátios, marcação da posição de queda e abertura das trilhas de arraste navegando pelo GPS.

Para isso, as equipes devem ter uma formação básica em navegação por satélites e compreenderem o funcionamento do modelo digital. No manejo florestal da Fazenda São Paulo, Porto Acre, Acre, em decorrência da facilidade de localização das árvores, equipes treinadas apresentaram rendimento de corte de até 28 árvores para um turno de 8 horas de trabalho (sendo mantidas as normas de segurança no trabalho e de impacto reduzido).

Já no arraste, um trator florestal (skidder) em média arrastou, em área de relevo suave ondulado, 35 m³/hora, e em terreno acidentado, o rendimento foi de 25 m³/hora. Os valores de arraste do modelo digital são compatíveis com os resultados do manejo de impacto reduzido obtidos pela empresa ST Manejo Florestal em Rondônia (com 33 m³/hora) (OLIVEIRA et al., 2002) e pelo Imazom em Paragominas (com 34 m³/hora) (AMARAL et al., 1998). Espera-se que a qualificação continuada da equipe de arraste e o planejamento digital, otimizado pela instalação de pátios utilizando o critério de subcompartimentos, possam melhorar significativamente esses indicadores.

A constituição das equipes de exploração florestal para as operações de abertura de estradas, construção de pátios de estocagem, corte de árvores e arraste encontram-se com sua formação e função discriminadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Dimensionamento da equipe de corte de árvores para o Modeflora.

Composição	Função
Um motosserrista	Transporte de ficha de campo e mapa de pátio
	Operador principal de GPS de alta sensibilidade
	Geolocalização das árvores a serem cortadas
	Tomador de decisão de direção de queda com base no Modeflora
	Corte das árvores
	Monitorar se foram cortadas todas as árvores previstas para exploração
Um auxiliar de motosserrista	Transporte de ferramentas, motosserra, lubrificante e combustível
	Abertura do caminho de fuga
	Auxílio na geolocalização das árvores a serem cortadas
	Pregar a placa de identificação no toco da árvore cortada
	Operador auxiliar de GPS de alta sensibilidade

Tabela 2. Dimensionamento da equipe de abertura de estradas e construção de pátios para o Modeflora.

Composição	Função
Um operador auxiliar de GPS	Operação do GPS de alta sensibilidade
	Geolocalização das estradas planejadas no escritório
	Geolocalização dos pátios de estocagem
	Auxiliar na orientação do trator de esteira para não passar em cursos de água não modelados
	Auxiliar o tratorista no desvio de árvores de grande porte, porta-sementes, protegidas por lei e remanescentes
	Auxiliar na localização do melhor ponto para transposição de canais de drenagem, por meio da construção de pontes e bueiros
	Localização de zonas restritivas para abertura de estradas e pátios
Um tratorista	Auxiliar na geolocalização do trator
	Operar e dar manutenção ao trator de esteira
	Transporte dos mapas de estradas e pátios
	Operador do navegador veicular de alta sensibilidade do trator de esteira
	Geolocalização das estradas e pátios
	Responsável pela abertura de estradas e pátios
Responsável pela construção de pontes e bueiros	

Tabela 3. Dimensionamento da equipe de arraste para o Modeflora.

Composição	Função	
Um operador auxiliar de GPS	Operação do GPS de alta sensibilidade	
	Geolocalização das árvores cortadas	
	Arraste do cabo de aço até o fuste	
	Acoplar o cabo de aço no fuste	
	Dar baixa no mapa de exploração digital e na listagem de árvores exploráveis	
	Auxiliar na orientação do skidder para não passar em cursos de água não modelados	
	Monitorar se foram deixadas árvores cortadas sem arrastar para o pátio	
	Auxiliar na geolocalização do skidder	
	Um operador de skidder	Operar e dar manutenção ao trator florestal
		Transporte de ficha de campo e mapa de pátio
Operador do navegador veicular de alta sensibilidade do skidder		
Geolocalização das árvores a serem arrastadas		
Tomador de decisão de direção do arraste com base no Modeflora		
Operação do guincho florestal		
Auxílio no acoplamento do cabo de aço no fuste da árvore cortada		

Para a execução e acompanhamento completo das operações de campo são necessários três receptores GPS e dois navegadores veiculares de alta sensibilidade, distribuídos conforme Tabela 4. Caso haja mais de uma equipe de corte, abertura de estradas ou arraste, haverá a necessidade de mais receptores GPS e navegadores veiculares.

Tabela 4. Relação de receptores GPS e distribuição para equipe de campo.

GPS e configuração	Distribuição
Três receptores GPSMAP 76 CSx com chip de carta de dados de 128 megabytes	Motosserrista
	Operador auxiliar de GPS para o trator de esteira
	Operador auxiliar de GPS para o skidder
Dois navegadores veiculares CarTrip (Fabricante Stetsom) com cartão de memória de 512 megabytes	Trator de esteira
	Trator florestal (skidder), técnico florestal

O receptor GPSMAP 76 CSx pode substituir o navegador veicular, porém, com restrições para a quantidade de informações presente no mapa. Caso se deseje realizar estudos detalhados de tempo de ciclo do arraste, deve-se fazer opção pelo GPSMAP76 CSx.

Para alocação do plano, o GPS deverá estar na página de mapas e o mapa fixado para a orientação norte. Após ligar o GPSMap 76 CSx, o receptor estará nas páginas de situação da constelação de satélites. Deve-se localizar a página de mapas e clicar em "Menu">>"Campos de Dados">>"Apenas o Mapa", ou se preferir, pode-se selecionar os campos de dados de acordo com a necessidade.

Posteriormente, deve-se configurar o "Mapa de Definições" por meio de "Menu" >> "Mapa de Definições" >> "Orientação" >> "Ao Norte" (Fig. 6). A partir de então, o GPS estará pronto para a alocação do planejamento florestal.

Também é importante manter a escala do mapa com valores de "overzoom" iguais ou superiores a 20 metros. Este valor de 20 metros é compatível com a disponibilidade seletiva e com os erros inerentes do código C/A do GPS, assim o cursor do GPSMap76 CSx não ficará oscilando freqüentemente, o que passa a sensação para o operador do GPS de insegurança para execução do plano.

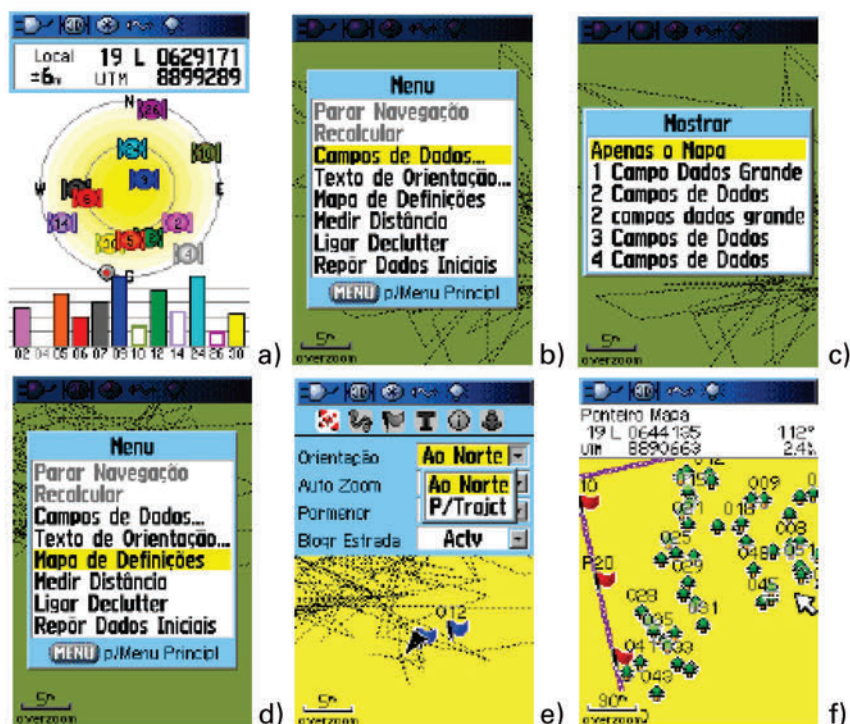


Fig. 6. a) Tela inicial do GPS com a constelação de satélites; b) página de mapas do GPSMap 76 CSx/função menu campos de dados; c) configuração do campo de dados; d) menu/mapa de definições; e) mapa de definições com a configuração da posição da tela; e, f) página configurada para alocação do planejamento, com destaque para o “overzoom”.

Monitoramento das Operações de Campo pelo GPS

Para monitorar as operações de campo com o GPSMap 76 CSx deve-se inicialmente substituir o software do GPS para a versão 3.30 ou superior, o arquivo de update do GPS está disponível no site <http://www.garmin.com> (GARMIN, 2007).

Para configurar o GPS seleciona-se a página “Menu”>>“Trajectos”>>“On (Reg.Trajecto)” (Fig. 7a e Fig. 7b) este procedimento criará uma memória de track da equipe de campo ou da máquina monitorada. Ainda na página de “Trajectos”, aciona-se

o ícone “Definições” >> “Envolv.qnd Cheio” (Fig. 7c e Fig. 7d), assim o receptor estará configurado para marcar os tracks percorridos.

Posteriormente, seleciona-se “Config. Carta Dados” e aciona-se “Regist.Track p/ Carta Dados”. Este procedimento permitirá a criação diária no chip do GPS, de um arquivo GPS Exchange (gpx) (Fig. 7e e Fig. 7f) com todos os caminhos de estradas, trilhas e localização de árvores percorridos durante a exploração florestal. A denominação do arquivo será a correspondente ao ano, mês e dia (AAAAMMDD.gpx) da trilha percorrida pela equipe de exploração florestal.

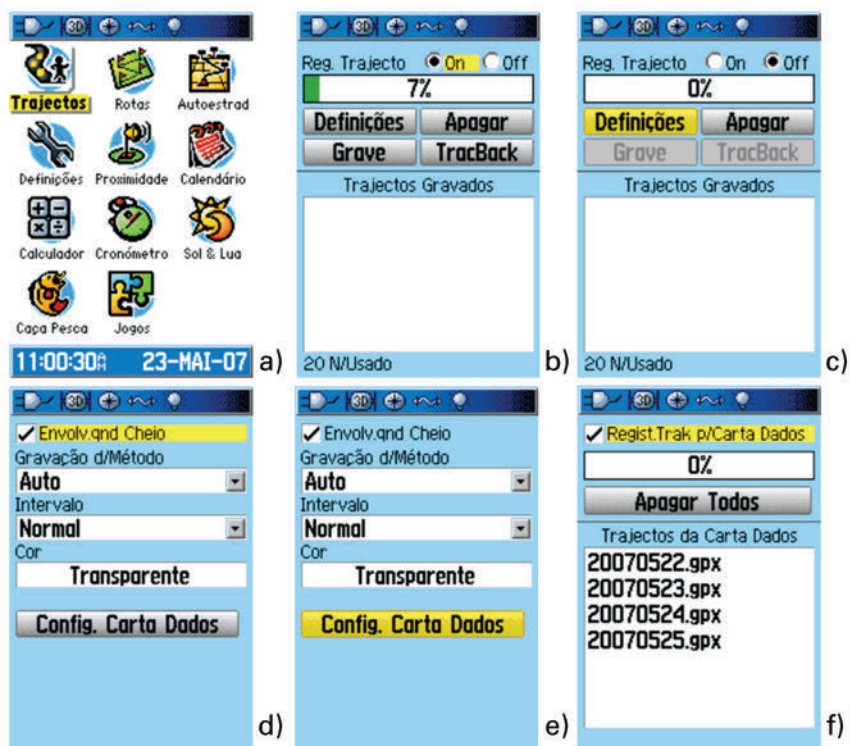


Fig. 7. a) Menu principal do GPSMAP 76 CSx; b) configuração de marcação de trajetetos; c) ícone “Definições” na tela de trajetetos; d) configuração das linhas de tracks; e) ícone “Config. Carta Dados” em “Trajectos”; e, f) registro de tracks para a carta dados.

Para acessar estes arquivos ativa-se o “Menu”>>“Interface”>> “Armazenamento USB”. Este procedimento trava a tela do GPS e este funcionará como um pen-drive, no qual será possível acessar os arquivos armazenados pelo Explorer do sistema Windons XP.

As informações de execução da exploração florestal podem ser trabalhadas no softwareTrackMaker e, posteriormente, transferidas para o ArcGIS, da mesma forma que se transferem os dados de coordenadas das árvores no inventário 100%. Com isso será possível ter um acompanhamento rigoroso das principais operações de campo da exploração florestal.

No controle da produção e no monitoramento ambiental serão possíveis acessar as seguintes informações:

- Localização do pátio executado na unidade de produção. Esta informação é obtida do GPS do skidder ou trator de esteira, para isso, deve-se criar e editar um shapefile (polígono) no ArcGIS sobre o local onde se observa intensa movimentação de manobras.
- Localização das trilhas de arraste por dia trabalhado. Esta informação é obtida do GPS do skidder e, pode ser processada diretamente no softwareTrackMaker. Este dado de mapeamento da trilha executada permite ao coordenador de campo saber se as trilhas estão sendo desenvolvidas adequadamente; se ficaram árvores previstas para exploração sem arrastar; e, monitorar integralmente o trajeto e o rendimento da máquina.
- No monitoramento ambiental, o processamento conjunto do arquivo presente no GPS do skidder, referente às trilhas de arraste executadas e do shapefile das árvores do inventário, permitirá ao órgão ambiental de licenciamento ter um bom indicador se houve árvores exploradas indevidamente; qual foi o impacto ambiental da atividade de arraste; se o arraste respeitou as APPs; quantos dias de trabalho foram necessários para explorar a UPA, entre outros (Fig. 8).

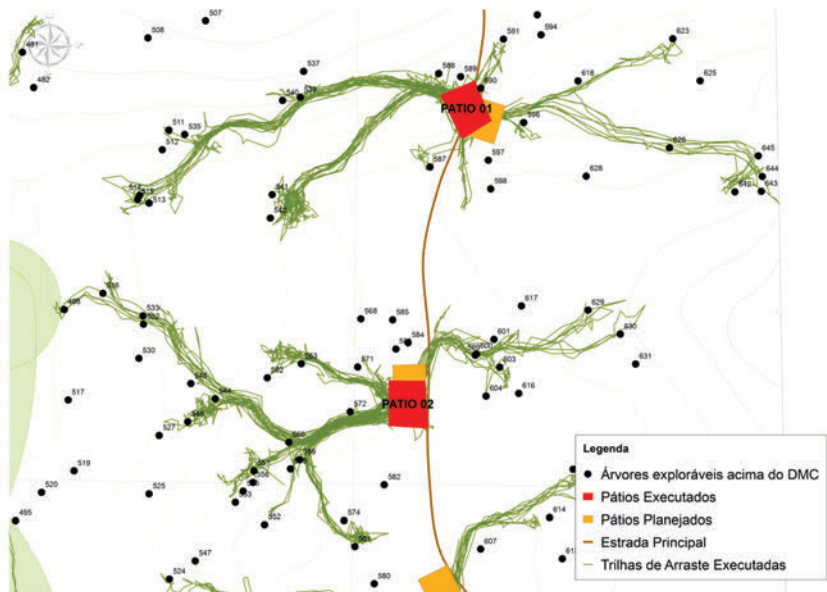


Fig. 8. Resultado do processamento de dados das trilhas executadas e das árvores a serem exploradas no plano de manejo, Fazenda São Paulo, Porto Acre, Acre, Brasil, 2007.

- A alocação correta das estradas, conforme planejamento florestal, pode ser monitorada tanto pelo coordenador de campo, como pelo órgão ambiental, de forma automática, bastando apenas descarregar as informações do GPS do trator de esteira.
- Nas informações contidas no GPS (skidder e trator de esteira), também pode ser extraída importante base de dados para a composição dos custos de abertura de estradas e trilhas, auxiliando na gestão do manejo.
- A extensão das trilhas, o tempo de percurso, a diferença entre cotas altimétricas e a velocidade de trabalho do trator florestal nas trilhas de arraste podem ser acessados pelo TrackMaker no ícone "Abrir Planilha de Dados". O conjunto dessas informações permitirá a obtenção do tempo de ciclo de arraste em diversas situações de relevo e carga de trabalho. Para isso, as informações de monitoramento do arraste devem ser processadas em planilhas eletrônicas, juntamente com os dados de romaneio e com o planejamento florestal advindo do mapa de exploração.

Coeficientes Técnicos do Primeiro Plano de Manejo Planejado e Executado pelo Modeflora

Os resultados apresentados na Tabela 5 são preliminares, por se tratar do primeiro plano de manejo trabalhado na forma digital pelo Modeflora. Com aperfeiçoamento das técnicas de campo e das estratégias de planejamento florestal pelo Modeflora, espera-se que estes coeficientes sejam melhorados e novas técnicas de planejamento sejam desenvolvidas.

Tabela 5. Coeficientes técnicos preliminares do primeiro plano de manejo planejado usando as técnicas do Modeflora, Fazenda São Paulo, Porto Acre, Brasil, 2007.

Descrição dos coeficientes técnicos	Coeficientes Modeflora	Coeficientes (FAO, 1997)
Áreas do PMFS		
Área total da unidade de produção (hectare)	137,2	
Área não explorada (hectare)	14,2	
Área monitorada (hectare)	123,0	
Corte de árvores (de acordo com as normas de segurança e técnicas de impacto reduzido)		
Em terreno plano (nº máximo de árvores cortadas)	28,0	
Em terreno acidentado (nº máximo de árvores cortadas)	20,0	
Estimativa do percentual da área impactada por clareiras	10,79%	10,80%
Pátios de estocagem		
Número de pátios planejados	10	
Número de pátios executados conforme planejamento digital	9	
Pátio (m ²)/hectare	48,65	
Perímetro médio dos pátios (m)	111,7	
Área média do pátio (m ²)	598,4	
Extensão média das laterais do pátio (m)	24,2	
Percentual da área impactada com pátios	0,49%	
Estradas		
Extensão de estradas (m)	2490	
Densidade de estradas (m/hectare)	20,24	
Percentual da área impactada com estradas	0,81%	
Trilhas de arraste		
Total percorrido pelo skidder na operação de arraste (m)	159769	
Total percorrido pelo skidder em manobras de pátio (m)	29296	
Percentual de trilhas executadas conforme planejamento digital	72,14%	
Distância média do arraste (m)	119,7	
Percentual da área impactada com trilhas de arraste	2,76%	4,20%
Percentual total da área impactada	14,85%	22,20%
Estudo de tempo		
Tempo médio de trabalho da operação de arraste por dia (horas)	8h37	
Volume arrastado por hora (m ³ /hora)	35	
Tempo médio de engate da tora para arraste	3min49s	
Tempo médio de desengate da tora arrastada	2min12s	
Tempo médio de ciclo de arraste (tempo/tora)	10min49s	

Referências Bibliográficas

AMARAL, P.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; VIDAL, E. **Floresta para sempre: um manual para a produção de madeira na Amazônia.** Belém,PA: IMAZON, 1998. 137 p.

ENVIROMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. **Environmental systems Research Institute.** Disponível em: <http://www.esri.com/>. Acesso em: 20 ago. 2007.

FAO. **Environmentally sound forest harvesting. Testing the applicability of the FAO Model Code in the Amazon in Brazil.** Rome, 1997. vol. 8. 78 p.

GARMIN INTERNATIONAL. **Garmin International Inc.** Disponível em: <http://www.garmin.com/>. Acesso em: 23 ago. 2007.

OLIVEIRA, M. V. N. d'; BRAZ, E. M.; THAINES, F. Estudo de caso do projeto de manejo florestal sustentado da ST Manejo de Florestas LTDA na Amazônia Ocidental. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS, 2.; SEMINÁRIO EM TECNOLOGIA DA MADEIRA E PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIRÁVEIS, 1., 2002, Curitiba. **Aproveitamento tecnológico da floresta ibero-americana: fonte de suprimento para o mundo: anais.** [Curitiba]: Universidade Federal do Paraná; Belém: Fundação de Pesquisas Florestais do Pará, [2002]. 1 CD ROM.