

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADO AO GERENCIAMENTO FLORESTAL

João Paulo Faria Vieira¹
Julio Cesar de Oliveira²

Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Engenharia Civil
Setor de Engenharia de Agrimensura
jotape.fv@gmail.com¹; oliveirajc@ufv.br²

RESUMO

O presente trabalho demonstra a facilidade do emprego das ferramentas do SIG aplicados de forma satisfatória no gerenciamento florestal. Com a geração de um banco de dados através das informações contidas nas fazendas, aplicou-se o uso de ferramentas do software ArcView Gis 3.2a para manipular as informações e gerar subsídios para a tomada de decisão dos gestores.

Palavras Chaves: Planejamento, Banco de Dados, SIG.

ABSTRACT

This work demonstrates the ease of use of the GIS tools applied satisfactorily in forest management. With the generation of a database using the information contained in the farms, was used tools of the software ArcView GIS 3.2a to manipulate information and generate data for the decision making of managers.

Key words: Planning, Database, GIS.

INTRODUÇÃO

Como resultado da revolução tecnológica a maioria das empresas, incluindo as de base florestal, estão sofrendo extraordinárias mudanças em seus produtos, métodos, resultados e produtividades. A gestão empresarial está obrigada a realizar mudanças em seus produtos, uma vez que a pesquisa e desenvolvimento empenham-se na melhoria dos mesmos e dos métodos de sua obtenção. Desta forma a gestão empresarial deve ajustar-se a todos os fatores que influenciam suas operações e resultados.

Dois aspectos fundamentais do processo de planejamento para o manejo florestal são: a constituição da base de informação, que apóia o processo de planejamento, e a forma de aperfeiçoar o uso que se pode fazer dos seus níveis de informação para o apoio de decisão.

A base de informação faz parte do alicerce do ordenamento de apoio ao planejamento e a informação nela sistematizada resulta no que chamamos de projetos de manejo. Nesses projetos procede-se ao reconhecimento das áreas florestais e das unidades espaciais que o constituem e faz-se o levantamento das variáveis de interesse, biométricas, biofísicas ou sócio-econômicas, que permitem caracterizá-los bem como dos usos, interesses e agentes envolvidos (PARTIDÁRIO, 1990).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são ferramentas eficientes para integrar diferentes formatos e tipos de informação, proporcionando ao mesmo tempo um poderoso conjunto de procedimentos para análise dos dados.

A gestão dos diferentes níveis de informação pode ser facilitada pelo SIG, por meio de sua capacidade para representação, computação e análise espacial, refletindo de forma mais adequada à complexidade dos sistemas em questão. O SIG permite uma melhor compreensão das inter-relações entre os níveis de informações e, conseqüentemente, facilitam o processo de tomada de decisão em planejamento, ordenamento e gestão dos recursos florestais (BORGES, 1996).

A quantidade de área manejada pelas empresas florestais, e o crescente desenvolvimento tecnológico da silvicultura, fazem com que seja impossível gerir a atividade florestal sem apoio da tecnologia de informações. A manipulação das informações orienta os gestores florestais no seu compromisso de abastecer a indústria com regularidade e sustentabilidade nos três níveis de planejamento da produção florestal: estratégico, tático e operacional (NOBRE et al., 2004).

Para efetiva realização do planejamento florestal é necessário manter um cadastro florestal contendo no mínimo o histórico dos plantios florestais, as áreas de plantio e material genético, além de um sistema de cálculo de inventário florestal com informações acuradas das produções passada, atual e futura de cada talhão florestal. Para que isso seja possível, a tecnologia utilizada para a geração do plano de manejo deve permitir a inclusão de restrições ambientais, sociais e orçamentárias, além das tradicionais restrições de volume (NOBRE et al., 2004).

Destaca-se ainda, que as empresas florestais têm utilizado as chamadas geotecnologias para auxiliar as atividades de manejo florestal, além da identificação e quantificação do uso do solo, bem como a produção de mapas das áreas de plantio.

Portanto o presente trabalho pretende demonstrar a utilização das ferramentas do SIG para o gerenciamento florestal, de forma a gerar informações que irão auxiliar os gestores florestais na tomada de decisões e atender aos objetivos organizacionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA EM ESTUDO

Este trabalho foi implementado nas fazendas de propriedade da Empresa SINOBRA – Siderúrgica Norte Brasil S/A. A Figura 1 mostra um mapa de situação dessas fazendas. A SINOBRA iniciou a implantação de plantios florestais em 2004 na região de Araguatins-TO, totalizando atualmente uma área de 7.617 hectares plantados com eucalipto, da espécie *Eucalyptus Urograndis* e *Eucalyptus Urocam*.

Inicialmente o espaçamento utilizado era de 3,00 x 2,00 metros, com densidade populacional de 833 árvores/ha, sendo que entre as faixas das plantações existia uma distância de 9 metros que era utilizada para a criação de gado. A partir de 2005 o espaçamento passou a ser 3,50 x 2,50 metros, ou seja, 1.142 árvores/ha. A SINOBRA planta 2.160 hectares anualmente e pretende atingir alta produtividade de madeira, apesar das condições climáticas adversas e da baixa fertilidade do solo.

Embora haja uma pluviometria anual regular na região, a temperatura média é significativamente alta e a distribuição das chuvas é acentuada em apenas 6 meses do ano. Isso causa déficits anuais de aproximadamente 500 mm, distribuídos entre os meses de junho a outubro. Dessa forma, a escolha do material genético, os procedimentos de fertilização e a densidade populacional a ser definida para os plantios são de extrema importância para se atingir plantios de alta produtividade madeireira.

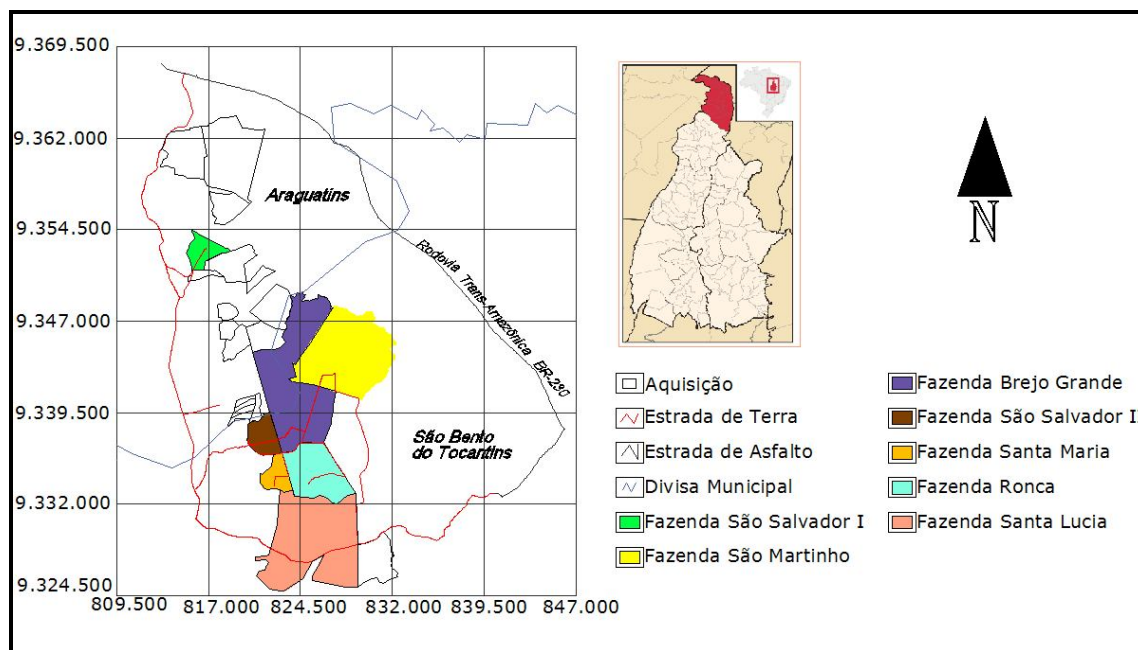


Figura 1: Mapa de situação das fazendas da SINOBRAS.

DESENVOLVIMENTO DO BANCO DE DADOS

O fluxograma simbolizado pela Figura 2 representa as etapas metodológicas executadas no presente trabalho.

A partir do levantamento topográfico, a metodologia dividiu-se nas etapas para criação do Banco de dados, e a criação das plantas digitais. As plantas digitais foram geradas em dois arquivos na extensão *.dwg, onde o primeiro arquivo contém os limites de todos os talhões das propriedades, como representado pela Figura 3, e o segundo contém feições de interesse como área de preservação permanente, reserva legal, rios, morros, sedes, carreadores como representado pela Figura 4.

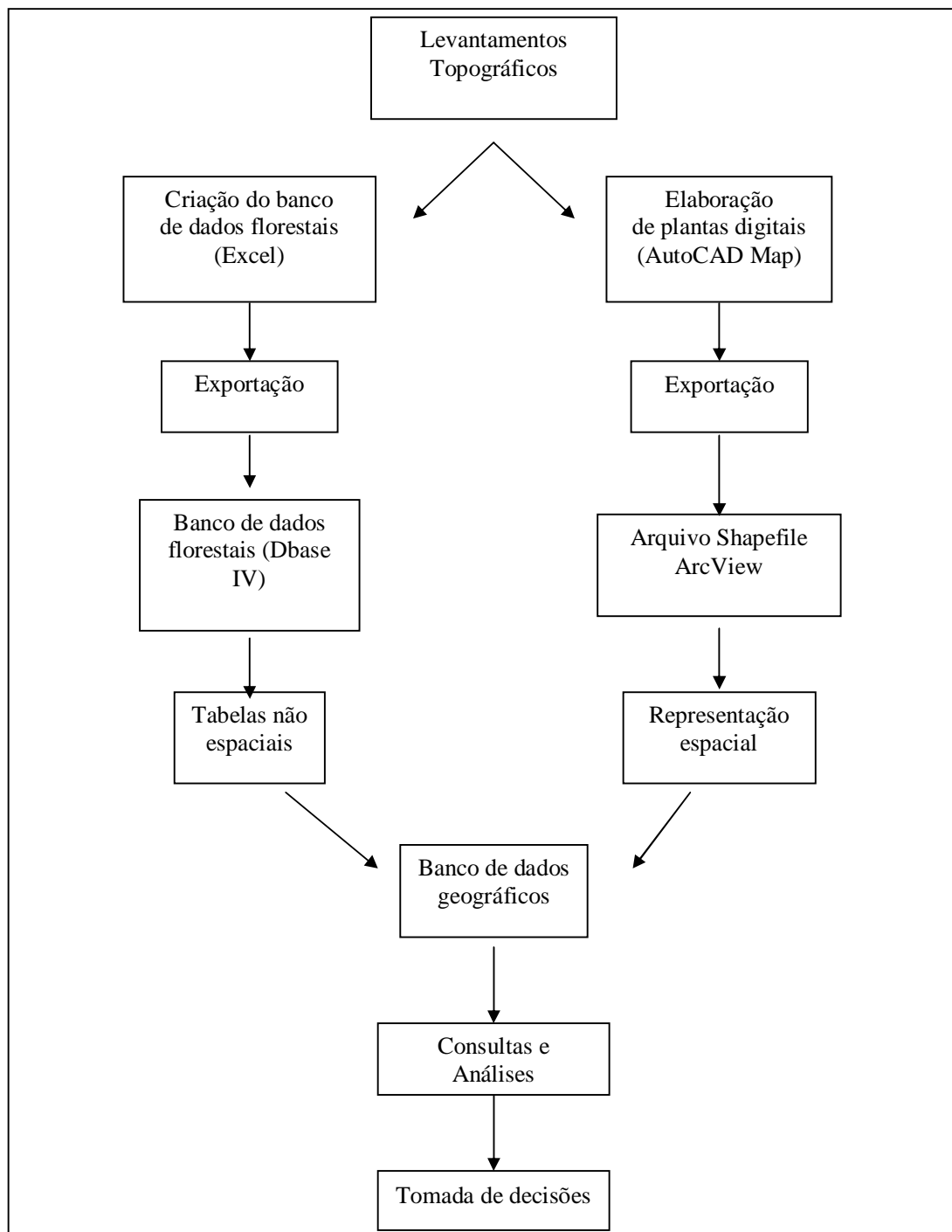


Figura 2: Fluxograma das etapas metodológicas.

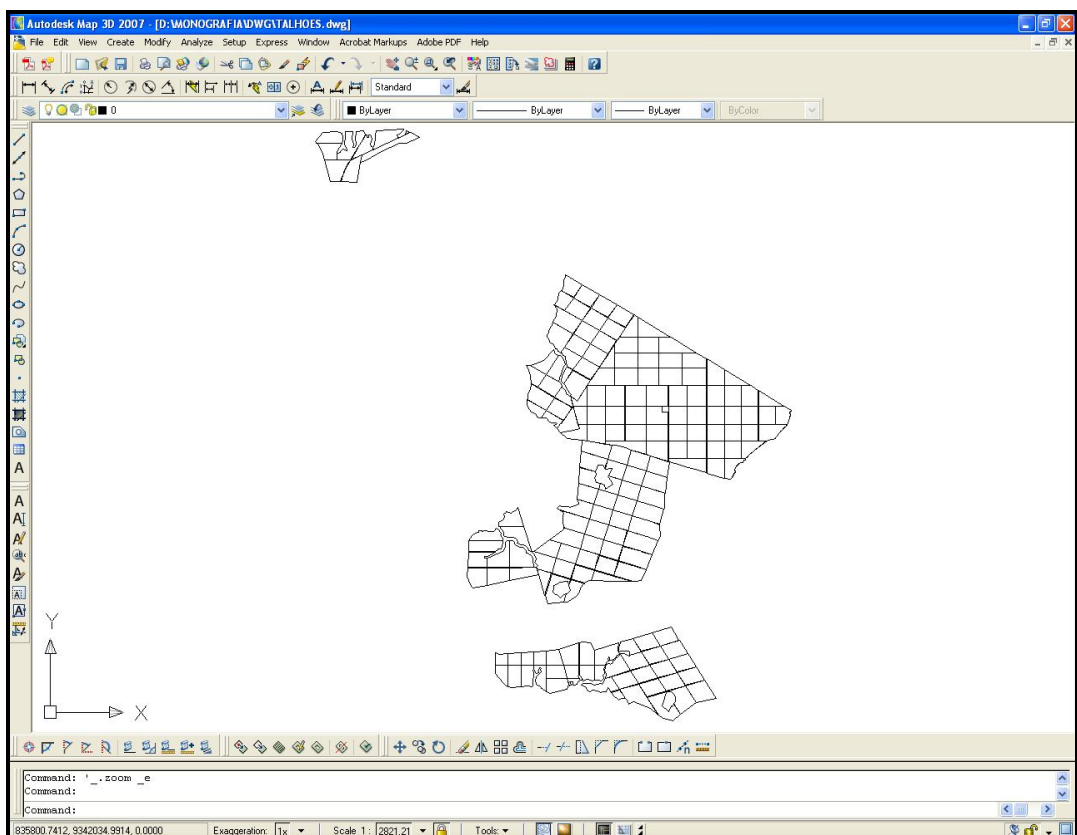


Figura 3: Tela do AutoCAD Map contendo os talhões das propriedades.

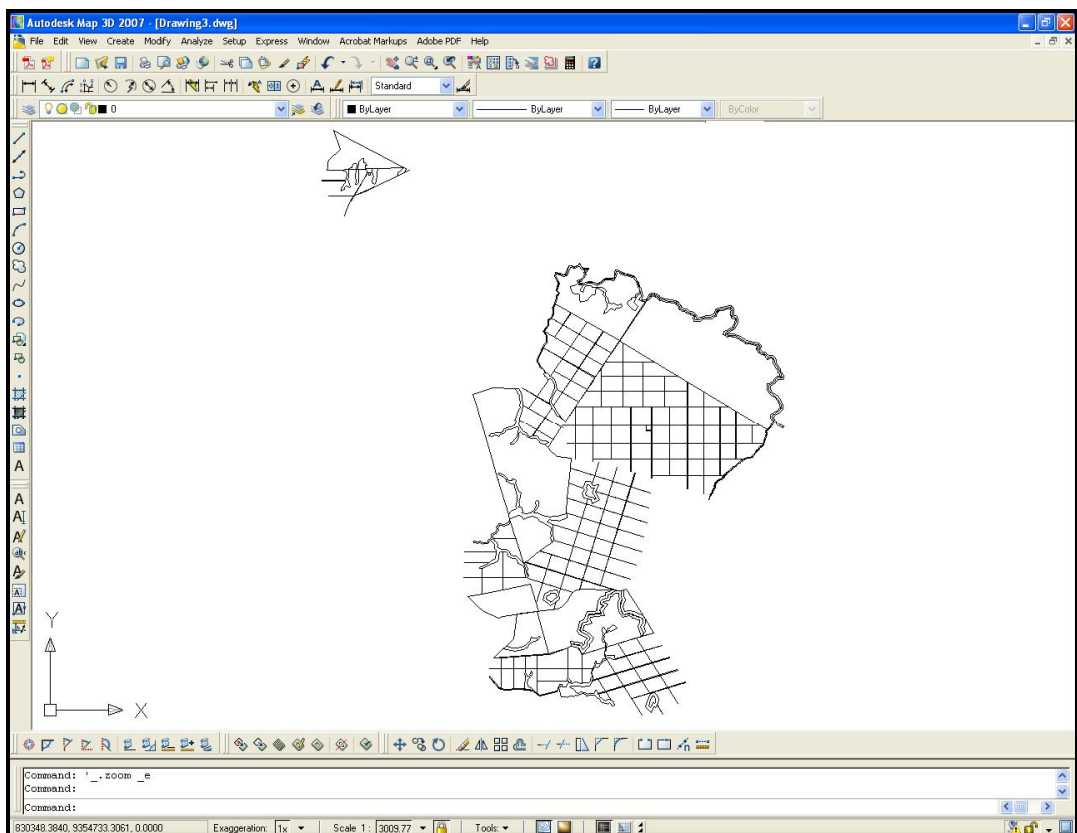


Figura 4: Tela do AutoCAD Map contendo as demais feições das propriedades.

Nas plantas dos talhões e das feições, todas as poli-linhas foram convertidas em polígonos, usando o comando *convert polylines to polygons*, disponível na versão AutoCAD Map. Para padronizar o trabalho é interessante definir os nomes das layers com o atributo que representa o polígono, por exemplo, todas as entidades que representam à reserva legal devem ficar na layer de reserva legal. No caso dos talhões foi criada uma layer para cada talhão, sendo que esta layer tem como nome o número do talhão.

Posteriormente os arquivos no formato *dwg* foram exportados para o formato shapefile (*.shp) no comando *export - vector files*. No processo de exportação do arquivo é possível escolher o tipo de objeto (ponto, linha, polígono ou texto) e o tipo de filtro a ser aplicado nas layers, ou seja, é possível escolher apenas as layers de interesse. Além disso, é possível definir qual característica deve ser exportada como a área, a elevação, a layer, o perímetro. Foi exportado a layer, pois assim a tabela do tema no ArcView terá uma coluna chamada layer e nela constará o nome da layer definida no AutoCad.

Com o banco de dados dos talhões em formato *.xls, fornecido pelo gerente florestal da empresa SINOBRAS, encontramos dados de interesse que foram utilizados neste trabalho como: número do talhão, clone, área, época do plantio, a idade, espaçamento utilizado, quantidade de árvore por hectare, quantidade de árvore por talhão.

No software ArcView foi criado um tema intitulado de sinobras_outros (Figura 5) contendo todas as feições das fazendas exceto os talhões. Usando o comando *Open Theme Table* visualizou-se a tabela do tema contendo os atributos fazenda, layer, área como apresentado na Figura 6. A coluna shape da tabela indica qual o tipo de entidade, se é uma poli-linha, ou um polígono utilizado para representar os fenômenos geográficos em estudo. Já a coluna layer representa o tipo de atributo do polígono exportado do AutoCAD Map.

Nesta tabela foram definidas mais duas colunas, uma contendo o nome da fazenda e outra coluna contendo a área do polígono em hectares. Para criarmos uma nova coluna é necessário definir o nome da coluna e o tipo de informação contido na mesma, por exemplo, se a informação é do tipo numérico (number) ou texto (string). Para o cálculo da área em hectares basta utilizar o comando *calculate* conforme a equação 1:

$$[\text{shape}].\text{returnarea}/10000 \quad (1)$$

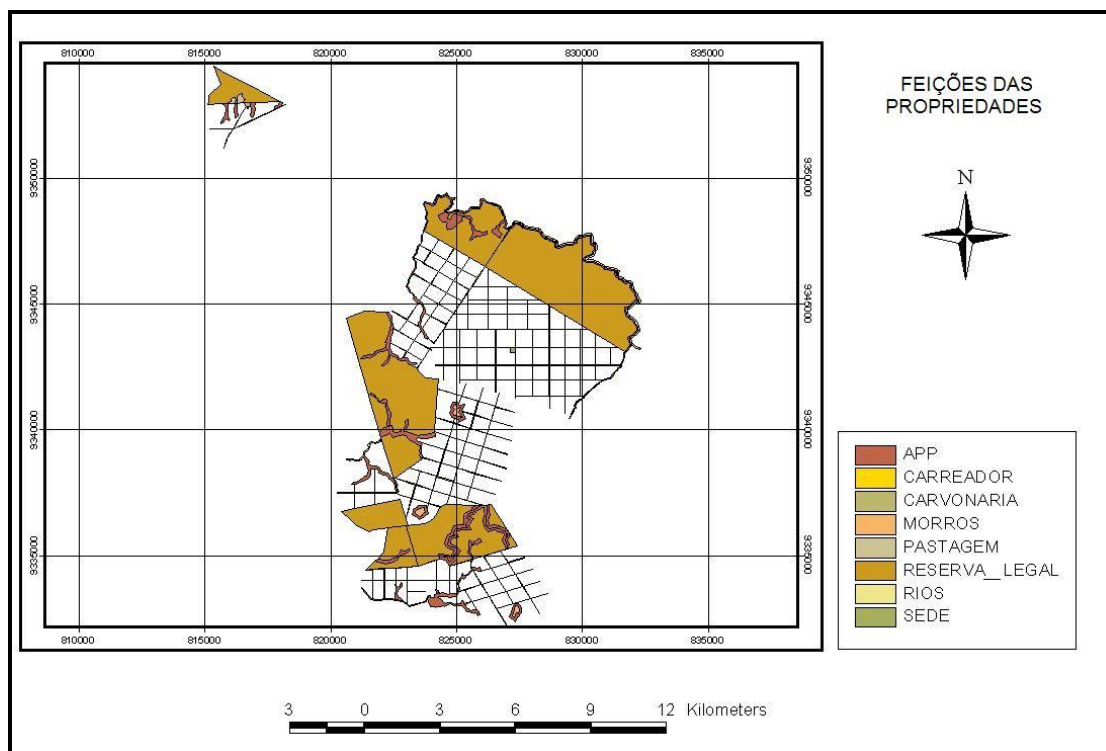


Figura 5: Mapa do ArcView contendo as feições das propriedades.

Shape	Fazenda	Layer	Area_ha
Polygon	SAD_SALVADOR_II	RIOS	9.92
Polygon	SAD_SALVADOR_II	RESERVA_LEGAL	209.00
Polygon	SAD_SALVADOR_II	APP	30.26
Polygon	SAD_SALVADOR_II	CARREADOR	6.23
Polygon	SAD_SALVADOR_I	SEDE	0.45
Polygon	SAD_SALVADOR_I	RESERVA_LEGAL	178.88
Polygon	SAD_SALVADOR_I	PASTAGEM	8.54
Polygon	SAD_SALVADOR_I	PASTAGEM	4.35
Polygon	SAD_SALVADOR_I	CARVONARIA	3.16
Polygon	SAD_SALVADOR_I	CARREADOR	5.92
Polygon	SAD_SALVADOR_I	APP	6.29
Polygon	SAD_SALVADOR_I	APP	6.29
Polygon	SAD_SALVADOR_I	APP	10.08
Polygon	SAD_SALVADOR_I	APP	8.61
Polygon	SAD_SALVADOR_I	APP	4.12
Polygon	SAD_MARTINHO	SEDE	3.76
Polygon	SAD_MARTINHO	RIOS	66.72
Polygon	SAD_MARTINHO	RIOS	3.07
Polygon	SAD_MARTINHO	RESERVA_LEGAL	1434.02
Polygon	SAD_MARTINHO	CARREADOR	52.68
Polygon	SAD_MARTINHO	APP	65.83
Polygon	RONCA	MORROS	6.42
Polygon	RONCA	RIOS	0.96
Polygon	RONCA	RIOS	1.82
Polygon	RONCA	APP	74.21
Polygon	RONCA	APP	15.30
Polygon	RONCA	APP	88.89
Polygon	RONCA	APP	40.39
Polygon	RONCA	RESERVA_LEGAL	31.58
Polygon	RONCA	RESERVA_LEGAL	231.33
Polygon	RONCA	RESERVA_LEGAL	11.69
Polygon	RONCA	RESERVA_LEGAL	316.01
Polygon	RONCA	CARREADOR	16.07

Figura 6: Representação parcial da tabela das feições das propriedades.

Com um novo tema chamado sinobras_talhoes indicado pela Figura 7, que contém todos os talhões, visualizou-se a tabela do tema com duas colunas (shape e N_talhão).

Criou-se uma tabela não espacial contendo as informações dos talhões, e posteriormente efetuou-se a junção dos dados descritos com as respectivas informações espaciais através do comando *join*. Para efetuar a união das tabelas foi utilizada a coluna N_talhão, e o produto desta união está descrito na Figura 8.

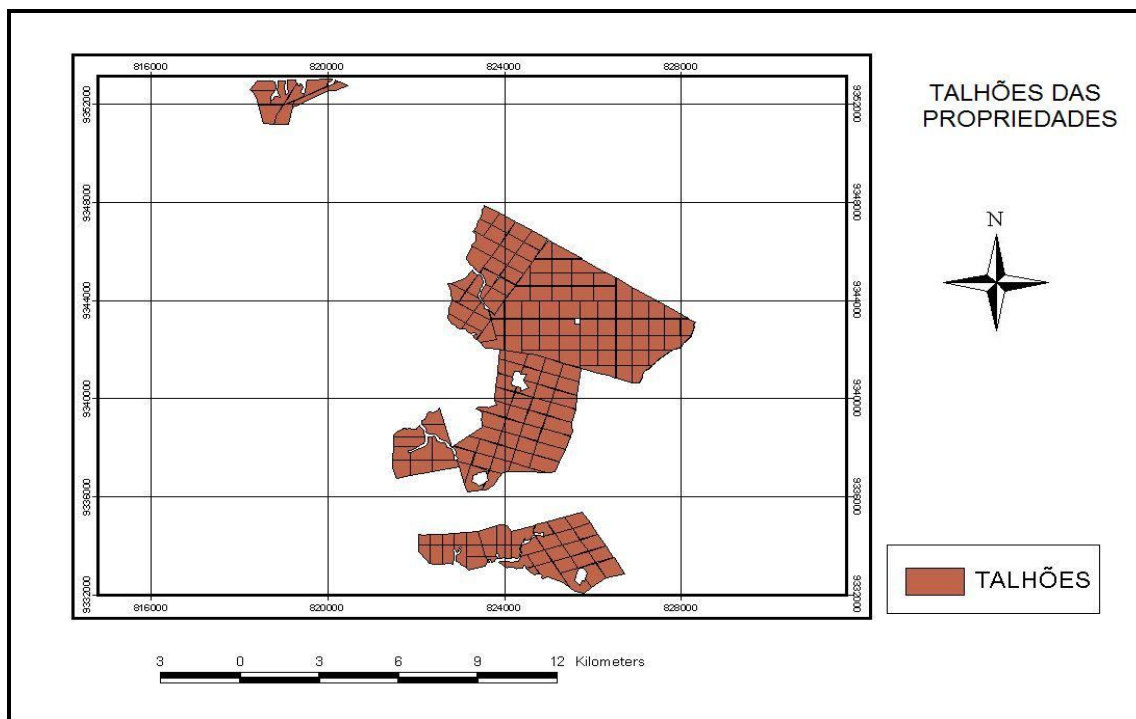


Figura 7: Mapa do ArcView contendo os talhões das propriedades.

Attributes of Sinobras_talhoes.shp										
Shape	N_talhao	Fazenda	Layer	Clone	Area, ha	Planta	Idade	Espacament	Arv. ha	Arv. talhao
Polygon 01		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361	34.54	mar/04	49	3x2x9	833	28772
Polygon 03		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	A06/2361	43.69	mar/04	49	3x2x9	833	36394
Polygon 06		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361/A06	44.32	mar/04	49	3x2x9	833	36919
Polygon 07		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	1277	55.79	mar/04	49	3x2x9	833	46473
Polygon 08		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	1277	43.16	mar/04	49	3x2x9	833	35552
Polygon 09		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361	35.75	mar/04	49	3x2x9	833	29780
Polygon 02		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361	34.00	mar/04	49	3x2x9	833	28322
Polygon 04		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	1296/AZ	44.54	mar/04	49	3x2x9	833	37102
Polygon 05		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	1296/AZ	37.98	mar/04	49	3x2x9	833	31637
Polygon 10		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361	44.04	mar/04	49	3x2x9	833	36685
Polygon 03		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	A08	49.81	mar/04	49	3x2x9	833	41492
Polygon 07		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	A06	27.41	mar/04	49	3x2x9	833	22833
Polygon 06		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361	45.81	mar/04	49	3x2x9	833	38160
Polygon 05		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361	41.02	mar/04	49	3x2x9	833	34170
Polygon 04		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	1296	46.75	mar/04	49	3x2x9	833	38943
Polygon 02		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	A06	35.13	mar/04	49	3x2x9	833	29263
Polygon 01		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361/1296/AZ	32.54	mar/04	49	3x2x9	833	27106
Polygon 08		SAO_SALVADOR_I	TALHAO	2361/0321/A18	41.98	mar/04	49	3x2x9	833	34959
Polygon 61		SAO_MARTINHO	TALHAO	2361	20.00	mar/05	37	2.85x3.5	1003	20050
Polygon 21		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296	40.26	fev/05	38	2.85x3.5	1003	40361
Polygon 02		SAO_MARTINHO	TALHAO	1395	33.03	abr/07	12	2.5x3.5	1142	37720
Polygon 01		SAO_MARTINHO	TALHAO	1395	43.34	abr/07	12	2.5x3.5	1142	49494
Polygon 43		SAO_MARTINHO	TALHAO	2361	30.01	mar/05	37	2.85x3.5	1003	30085
Polygon 42		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296/1252	40.14	mar/05	37	2.85x3.5	1003	40240
Polygon 44		SAO_MARTINHO	TALHAO	2361	42.61	mar/05	37	2.85x3.5	1003	42717
Polygon 41		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296	40.06	mar/05	37	2.85x3.5	1003	40160
Polygon 28		SAO_MARTINHO	TALHAO	0321/2361	47.30	fev/05	38	2.85x3.5	1003	47418
Polygon 55		SAO_MARTINHO	TALHAO	0321/1252	23.11	mar/05	37	2.85x3.5	1003	23168
Polygon 45		SAO_MARTINHO	TALHAO	1395/1277	44.45	mar/05	37	2.85x3.5	1003	44561
Polygon 40		SAO_MARTINHO	TALHAO	1250	39.90	mar/05	37	2.85x3.5	1003	40000
Polygon 29		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296/1252	44.45	fev/05	38	2.85x3.5	1003	44561
Polygon 27		SAO_MARTINHO	TALHAO	1246/1277	42.61	fev/05	38	2.85x3.5	1003	42717
Polygon 54		SAO_MARTINHO	TALHAO	0321/1252	45.83	mar/05	37	2.85x3.5	1003	45945
Polygon 46		SAO_MARTINHO	TALHAO	1395/1277	49.53	mar/05	37	2.85x3.5	1003	49654
Polygon 39		SAO_MARTINHO	TALHAO	321	44.46	fev/05	38	2.85x3.5	1003	44571
Polygon 30		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296/1252	49.53	fev/05	38	2.85x3.5	1003	49654
Polygon 26		SAO_MARTINHO	TALHAO	1249	51.68	fev/05	38	2.85x3.5	1003	51809
Polygon 15		SAO_MARTINHO	TALHAO	1252	46.23	jan/05	39	2.85x3.5	1003	46346
Polygon 14		SAO_MARTINHO	TALHAO	1423	25.66	mar/05	37	2.85x3.5	1003	25724
Polygon 56		SAO_MARTINHO	TALHAO	1252	45.46	mar/05	37	2.85x3.5	1003	45574
Polygon 53		SAO_MARTINHO	TALHAO	2361/1252	49.51	mar/05	37	2.85x3.5	1003	49732
Polygon 47		SAO_MARTINHO	TALHAO	1252	52.79	mar/05	37	2.85x3.5	1003	52922
Polygon 38		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296	54.97	fev/05	38	2.85x3.5	1003	55107
Polygon 31		SAO_MARTINHO	TALHAO	1296/1252	47.50	fev/05	38	2.85x3.5	1003	47619

Figura 8: Representação parcial da tabela de atributos dos talhões.

Após a geoespacialização das informações de interesse, foram realizadas análises de interesse do gestor florestal, como por exemplo, análises topológicas que avaliam a vizinhança, sobreposição das áreas, análises métricas como distâncias e direções, pesquisas gráficas e/ou pesquisas por atributos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O produto final deste trabalho são mapas e um banco de dados geográfico, que permitem e facilitam a interatividade entre o gestor florestal e os povoamentos florestais, mostrando assim, a importância do SIG no processo de tomada de decisões.

O ArcView fornece inúmeras funções para realizar pesquisas no banco de dados geográficos, como por exemplo as funções de seleção gráfica (consultas gráficas) ou por meio de pesquisas no banco através de consultas por atributos.

A Figura 9 apresenta a utilização do comando *identify* cuja função permite realizar consulta ao banco de dados geográficos por meio de uma seleção gráfica da entidade de interesse. A ferramenta pode ser utilizada clicando sobre uma entidade do mapa onde se deseja saber quais características estão atribuídas a esta entidade. Desta forma, todas as informações disponíveis no banco de dados da entidade selecionada são apresentadas em uma janela.

Para demonstrar um exemplo prático do comando *identify* foi selecionada uma entidade de reserva legal no mapa em que se deseja obter as informações descritivas da entidade contidas no banco de dados. Para a utilização do comando *identify*, é necessário que um tema esteja ativo, ou seja, a consulta será realizada na tabela de atributo do tema ativo.

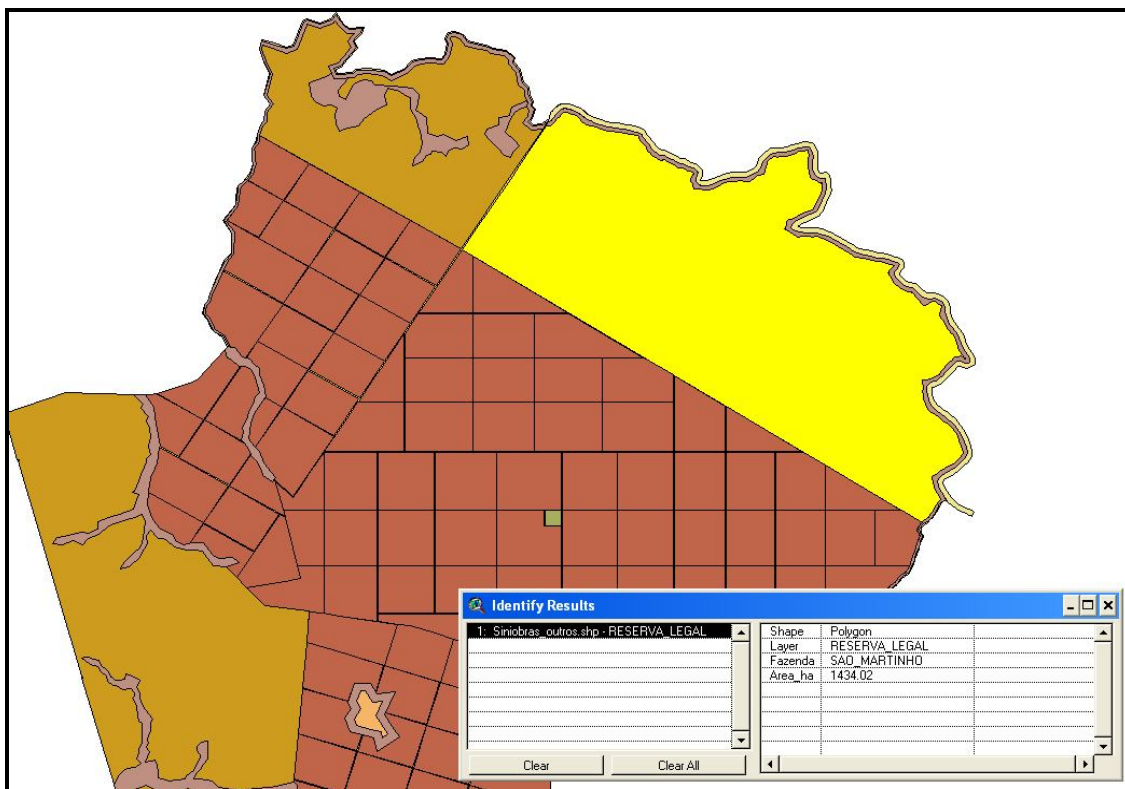


Figura 9: Exemplo de aplicação do comando *identify* - consulta gráfica.

Caso o gerente florestal deseja fazer alguma modificação em apenas uma determinada entidade, não é possível efetuar a edição na janela que apresenta os resultados do comando *identify*. Porém, usando a atualização do comando *identif*, chamado de *identify/edit* 1.13, é permitido a edição e impressão dos atributos da entidade. A forma de utilização do comando *identify/edit* 1.13 é a mesma do *identify*. A Figura 10 apresenta a aplicação deste comando.

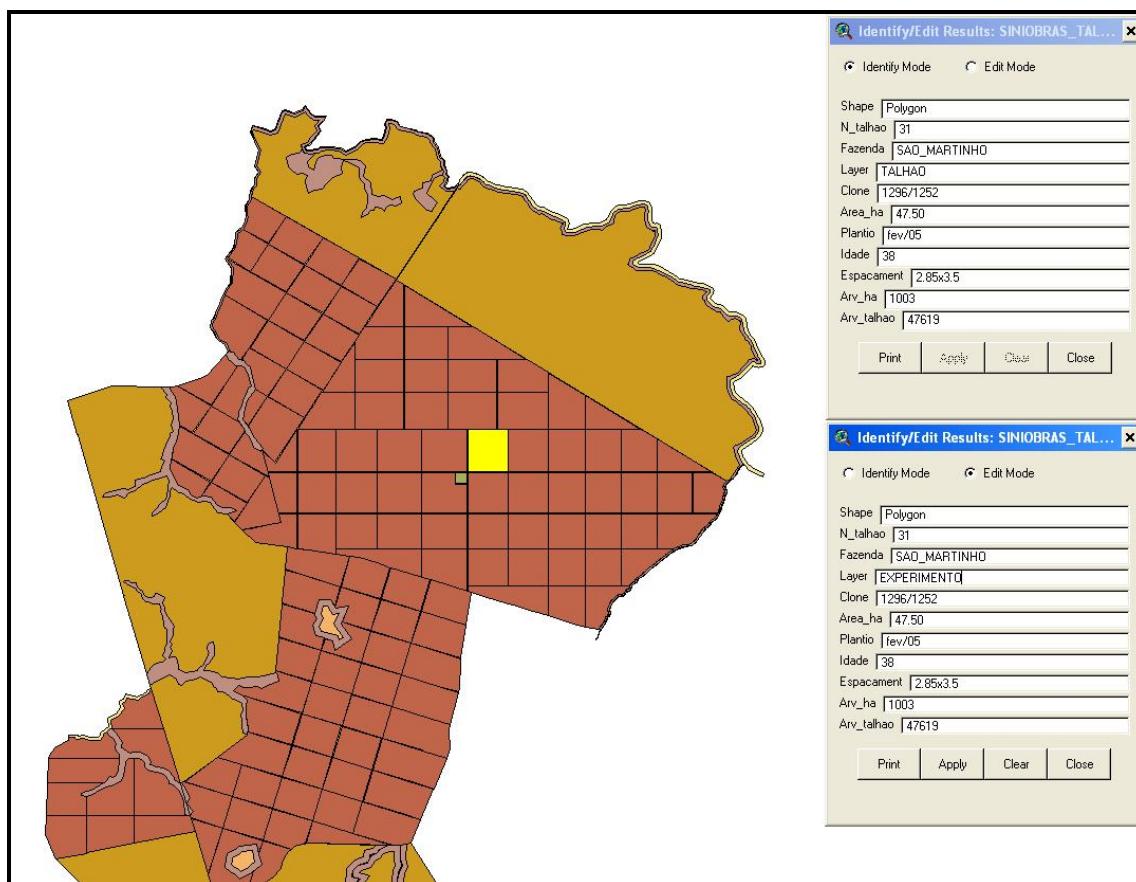


Figura 10: Aplicação do comando *identify/edit* 1.13.

É possível localizar espacialmente uma entidade do tema ativo utilizando-se o comando *find* conforme a Figura 11, onde é necessário informar o nome do atributo correspondente à entidade que se deseja localizar. O ArcView procura a(s) entidade(s) do tema ativo. A primeira entidade que responder a pesquisa realizada é selecionada tanto na representação gráfica quanto na tabela de atributos. Uma aplicação para este comando seria a localização da entidade com o nome “rio” dentre da totalidade do mapa.

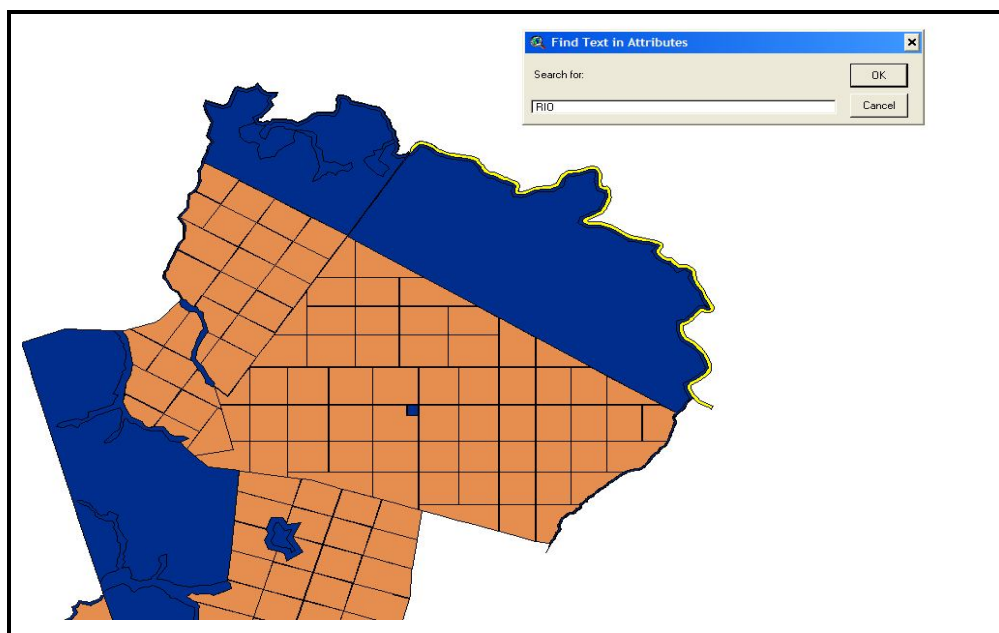


Figura 11: Aplicação do comando *find*.

Pela construção de expressões matemáticas é possível definir com exatidão as entidades a localizar, para isso basta usar o comando *query builder* conforme a Figura 12. A construção dessas expressões é uma poderosa ferramenta, pois através dela podem-se incluir vários atributos e vários operadores matemáticos. Um exemplo para o uso deste comando seria de localizar todos os clones do tipo 1252 que possuem área menor que 40 hectares.

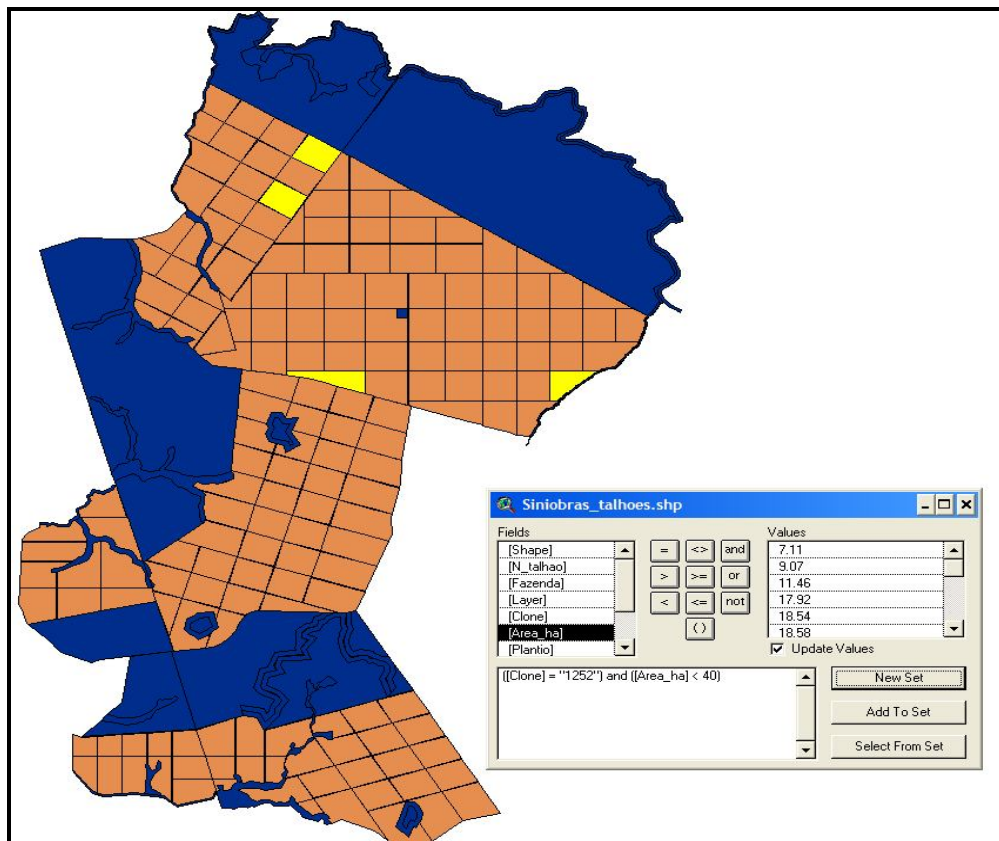


Figura 12: Aplicação do comando *query builder*.

A extensão *Network Analysis* permite que os gestores criem e controlem um conjunto de dados com topologia de rede (malhas viárias, rede hidrográficas, etc), além de oferecer soluções para a geração de rotas. Este tipo de análise pode ser aplicado em inúmeras análises que deseja obter uma rota baseado em um sistema de redes. Como por exemplo, pode-se ser realizada uma análise onde após a identificação do foco de incêndio, por alguma das torres disponibilizadas dentro da área, qual rota a seguir pelo grupo de combates a incêndios da empresa que oferece o menor tempo de percurso do caminhão pipa (Figura 13).

Desta forma, com o uso da extensão *network analysis* é possível traçar qual a rota mais rápida e gerar um relatório contendo as direções a serem seguidas.

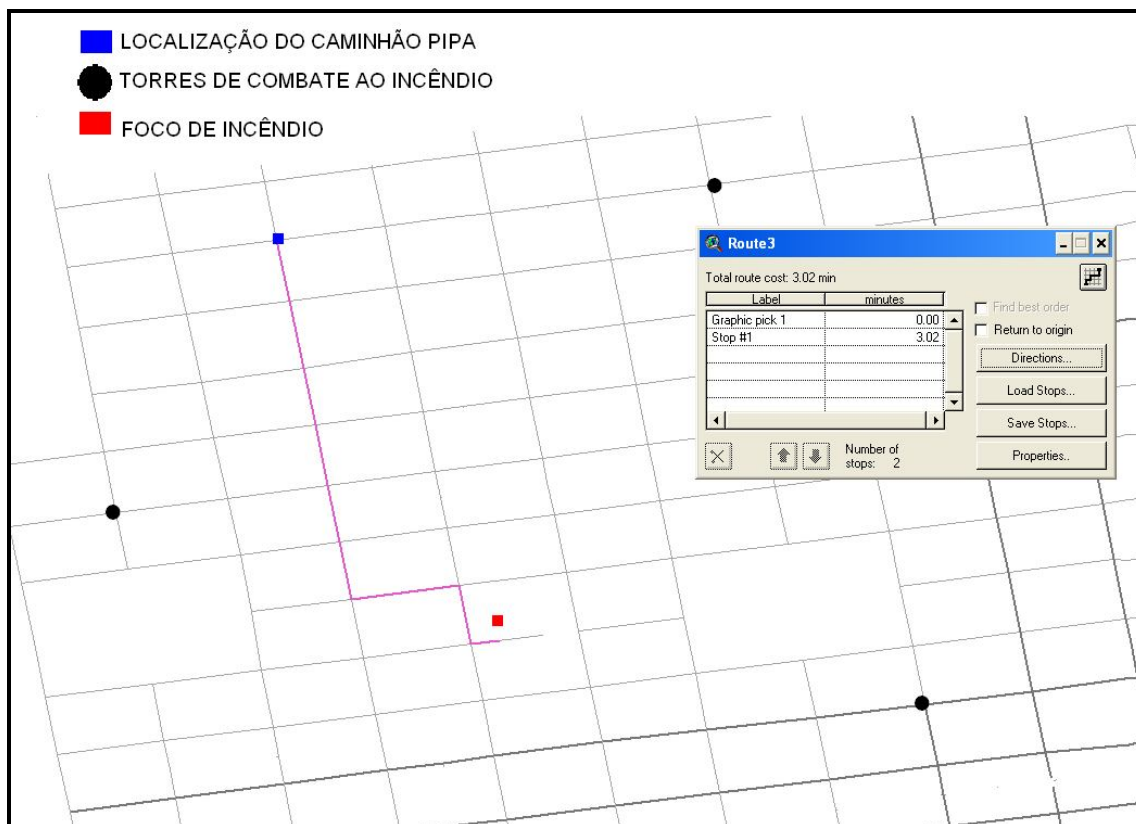


Figura 13: Aplicação da extensão *Network Analysis*.

As análises efetuadas no presente estudo, bem como as inúmeras opções para manipulação e atualização da base de dados, demonstram o potencial do SIG como ferramenta de suporte à gestão florestal, permitindo que a análise espacial e a tomada de decisão sejam utilizadas de forma eficiente e ágil, uma vez que o gerenciamento das unidades de produção demanda elevado fluxo de informações as quais apresentam dificuldades de alocar, organizar, detalhar e interpretar.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O uso do SIG é de grande importância no processo de tomada de decisões, consequentemente para o uso na gestão e manejo das informações dos povoamentos florestais. Através deste trabalho foi possível demonstrar

o potencial do SIG para o gerenciamento florestal, obtendo-se eficácia no que se diz respeito à consulta espacial e consulta por atributo.

Geoespacializando as informações que estavam contidas em banco de dados, os gestores podem realizar consultas e análises espaciais que possibilitam a manipulação dos dados geográficos, para geração de novas informações de interesse.

Com o uso de comandos como *identify*, *identify/edit* 1.13, *find*, *query builder* e da extensão *Network Analysis*, os gestores podem realizar operações e consultas de forma mais rápida e interativa visualizando os resultados das mesmas de forma espacial e descritivas.

Um das principais dificuldades encontradas para a formulação deste trabalho foi o reduzido volume de dados que compõe o banco de dados, devido ao sigilo das informações da empresa que disponibilizou a base de dados. Desta forma não foi possível realizar outras análises de forma a demonstrar a potencialidade do SIG aplicado no manejo florestal.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BORGES, J.G. Sistemas de apoio à decisão em planejamento em recursos naturais e ambiente. Revista Florestal, Lisboa, 1996, v.9, n.3, p.37-44.

NOBRE, S.R.; RODRIGUEZ, L.C.E.; SILVEIRA, L.E.S.; SIMÕES, G.D.O.; Componentes Básicos de um Modelo Relacional de Dados para a Gestão Florestal. Silva Lusitânia, Lisboa, 2004, v.12, v. especial, p.103-117.

PARTIDÁRIO, M.R. Introdução ao ordenamento de terra. Lisboa: Universidade Aberta, 1990, p.210.