

KELEN KARLA REIS OLIVEIRA

DETERMINAÇÃO DE MELHORES ROTAS PARA ESCOAMENTO DE MADEIRA
DE EUCALIPTO EM ÁREAS DA CENIBRA-SA

CURITIBA

2014

KELEN KARLA REIS OLIVEIRA

DETERMINAÇÃO DE MELHORES ROTAS PARA ESCOAMENTO DE MADEIRA
DE EUCALIPTO EM ÁREAS DA CENIBRA-SA

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão Florestal no curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Germano Vasques

CURITIBA

2014

Dedico este trabalho ao meu marido e meus familiares pelo apoio incondicional.

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original." Albert Einstein.

AGRADECIMENTOS

A Celulose Nipo Brasileira S.A. - CENIBRA pelo apoio e confiança no trabalho desenvolvido. Em especial, aos funcionários do Departamento de Planejamento e Controle Florestal.

A Universidade Federal do Paraná pelos inúmeros ensinamentos promovidos durante o período de realização desta pós-graduação.

RESUMO

As estradas florestais são as mais importantes vias de acesso às florestas, são utilizadas para viabilizar o tráfego de mão-de-obra e os meios de produção, necessários para implantação, proteção, colheita e transporte dos produtos florestais. Diante de sua grande importância para as atividades florestais e a crescente necessidade do setor em reduzir os custos das operações de transportes, descobrir os melhores roteiros aos veículos ao longo de uma rede de estradas a fim de minimizar os tempos e as distâncias constituem problemas muito frequentes para a tomada de decisão. Utilizando a ferramenta Network Analyst, uma extensão do SIG ArcGIS, o presente trabalho buscou determinar as melhores rotas para o escoamento de madeira de eucalipto em uma região operacional da empresa CENIBRA, denominada de Ipaba, localizada no estado de Minas Gerais. As novas rotas foram escolhidas segundo o critério de menor distância e maior velocidade de percurso até a Fábrica, contribuindo para garantir maior eficiência no transporte da produção florestal. As análises realizadas demonstraram a possibilidade de atualização do banco de dados utilizados pela Empresa e abre novas demandas de análise que contemplem um volume maior de informações, como declividade média dos trechos, velocidade média em função da declividade, cadastramento de rotas para veículos de pequeno e grande porte. A ferramenta Network Analyst do software ArcGis mostrou-se adequada e importante para as rotinas de planejamento, no sentido de contribuir para a competitividade do processo de transporte em geral, visando a busca das melhores rotas que representarão a maior eficiência em transporte de qualquer natureza.

Palavras-chaves: Estradas florestais, ArcGis Network Analyst, melhores rotas.

ABSTRACT

The forest roads are the most important routes for forest access. It is used to enable traffic from hand labor and means of production required for deployment, protection, harvesting and transportation of forest products. Given their great importance for the forestry industry and the increasing need to reduce the costs of transport operations, discover the best routes for vehicles over a road network to minimize the times and distances are very common problems decision making. Using Network Analyst, an extension of ArcGIS GIS tool, the present study sought to determine the best routes for the flow of eucalyptus wood production in an operating region of CENIBRA called Ipaba, located in the state of Minas Gerais. The new routes were chosen according to the criterion of shortest distance and a faster route to the factory, helping to ensure greater efficiency in the transport of forest produce. The analysis indicated the possibility to update the database used by the Company and opens new demands of analysis that include a greater volume of information, such as average slope of excerpts, average speed as a function of slope, registration of routes for vehicles and small large. The Network Analyst tool of ArcGIS software was adequate and important for planning routines in order to contribute to the competitiveness of the transport process in general, aimed at finding the best routes that represent the highest efficiency in the transportation of any kind.

Keywords: Forest roads, ArcGIS Network Analyst, best routes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Objetivos do Estudo.....	11
1.1.1	<i>Objetivo Geral.....</i>	<i>11</i>
1.1.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>11</i>
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1	A Silvicultura de Eucalipto no Estado de Minas Gerais.....	12
2.2	A Atuação da CENIBRA no Vale do Rio Doce.....	13
2.3	A Utilização de SIGs para Gestão Florestal.....	15
3	METODOLOGIA.....	17
3.1	Área de Estudo.....	17
3.2	Ferramenta Network Analyst do SIG ArcGis 10.1.....	20
3.3	Construção do Banco de Dados Geográfico.....	21
3.3.1	<i>Classificação quanto a importância da via.....</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Classificação quanto a pavimentação da via.....</i>	<i>22</i>
3.3.3	<i>Classificação quanto às restrições das vias.....</i>	<i>22</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4.1	Rotas Ótimas de Menor Distância Até a Fábrica.....	23
4.2	Rotas Ótimas de Maior Velocidade de Percorso até a Fábrica.....	25
4.3	Rotas Ótimas com Inclusão de Restrições.....	27
5	CONCLUSÃO.....	28
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
7	ANEXOS.....	32
7.1	Relatórios Técnicos com Distâncias e Tempos de Percorso Ótimos Até a Fábrica.....	32
7.2	Mapa da Região Operacional de Ipaba.....	33

INTRODUÇÃO

As estradas florestais são as mais importantes vias de acesso às florestas, são utilizadas para viabilizar o tráfego de mão-de-obra e os meios de produção, necessários para implantação, proteção, colheita e transporte dos produtos florestais (MACHADO, 1989).

Em sua grande maioria, estas estradas apresentam baixo volume de tráfego, sendo às vezes temporário e, também o tráfego pesado e extrapesado, ocorrendo normalmente em um único sentido, por meio de veículos com grande capacidade de carga (LEITE, 2000).

Os esforços para o aperfeiçoamento, planejamento e execução das atividades florestais de colheita e transporte, principais atividades responsáveis pelo fluxo nestas estradas florestais, se justificam quando nos deparamos com os custos totais de produção, que em média indicam que aproximadamente 60 a 70% ligadas a estas duas atividades. (ESTRADAS, 2006).

Diante da grande importância das estradas para as atividades florestais e a crescente necessidade do setor em reduzir os custos das operações de colheita e transportes, descobrir os melhores roteiros aos veículos ao longo de uma rede de estradas a fim de minimizar os tempos e as distâncias constituem problemas muito frequentes para a tomada de decisão (BALLOU, 2006).

Uma das formas de otimização do transporte florestal rodoviário tem sido o uso de ferramentas de planejamento, como os Sistemas de Informação Geográfica. O uso desta tecnologia de informação espacial associada a variáveis como geometria horizontal, geometria vertical, tipo de revestimento e largura da estrada, etc., possibilita maior eficiência no processo de tomada de decisão em relação à variável da menor distância, comumente utilizado (MALINOVSKI; PERDONCINI, 1990).

Neste sentido, um banco de dados espacial foi organizado, com a finalidade específica para realizar as simulações de caminho ótimo (roteamento) através da ferramenta

Network Analyst disponibilizada pelo software ArcGis 10.1. A área estudada está localizada no vale do Rio Doce, na porção sudoeste do estado de Minas Gerais e pertence a empresa Celulose Nipo Brasileira SA – CENIBRA.

1.1 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar rotas ótimas para o escoamento da produção de madeira da região de Ipaba em Minas Gerais pertencente a CENIBRA, considerando as variáveis: geometria horizontal, geometria vertical, tipo de revestimento e largura da estrada.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Fornecer à CENIBRA (insumos) técnicas aplicáveis para a elaboração de um novo plano de rotas que vise a diminuição de custos em logística, com base nas rotas com a menor distância campo-fábrica.
- Construir uma base de informações geográficas que reúna, além de informações espaciais das vias analisadas, informações ambientais, sociais e de tráfego que possibilitem uma análise a fim de otimizar o processo de tráfego pela seleção das melhores rotas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A SILVICULTURA DE EUCALIPTO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

O setor industrial brasileiro de base florestal tem sido marcado por um processo de utilização crescente de madeiras provenientes de florestas plantadas (reflorestamento), o que coloca o país em sintonia com a nova ordem mundial, que traz uma maior ênfase a preservação das florestas naturais e incentiva a implantação de florestas renováveis e produção sustentável (SBS, 2010).

Atualmente, o setor florestal brasileiro mantém cerca de 5,6 milhões de hectares de florestas plantadas de rápido crescimento, distribuídos em todo o território nacional. Deste total, cerca de 3,4 milhões de hectares correspondem a plantações de eucalipto, 1,8 milhão de hectares a plantações de *Pinus* e 326 mil hectares com outras espécies, como acácia negra, gmelina, pópulus, seringueira, teca e araucária (SBS, 2010).

Segundo a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa-MG), Minas Gerais é responsável por 30% de todo o eucalipto plantado em todo o território nacional, registrando crescimento 17,65% entre os anos de 2007 e 2008. O estado destaca-se também grande consumidor do eucalipto em vários segmentos econômicos importantes, como siderurgia (carvão vegetal), celulose, indústrias moveleiras e de preservação de madeira (SEAPA-MG,2009).

De acordo com o Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais divulgado pelo Sistema Estadual de Meio Ambiente (Sisema) (2006), as reservas florestais mineiras contabilizaram, em 2005, pouco mais de um milhão de hectares de área plantada das espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. A quase totalidade dessas florestas é composta por eucalipto (87%) e estão localizadas,

primordialmente, nas mesorregiões do Norte de Minas (24%), Central Mineira (16%), Noroeste de Minas (14%), Vale do Rio Doce (13%) e região Metropolitana de Belo Horizonte (12%), conforme apresentado na Figura 1.

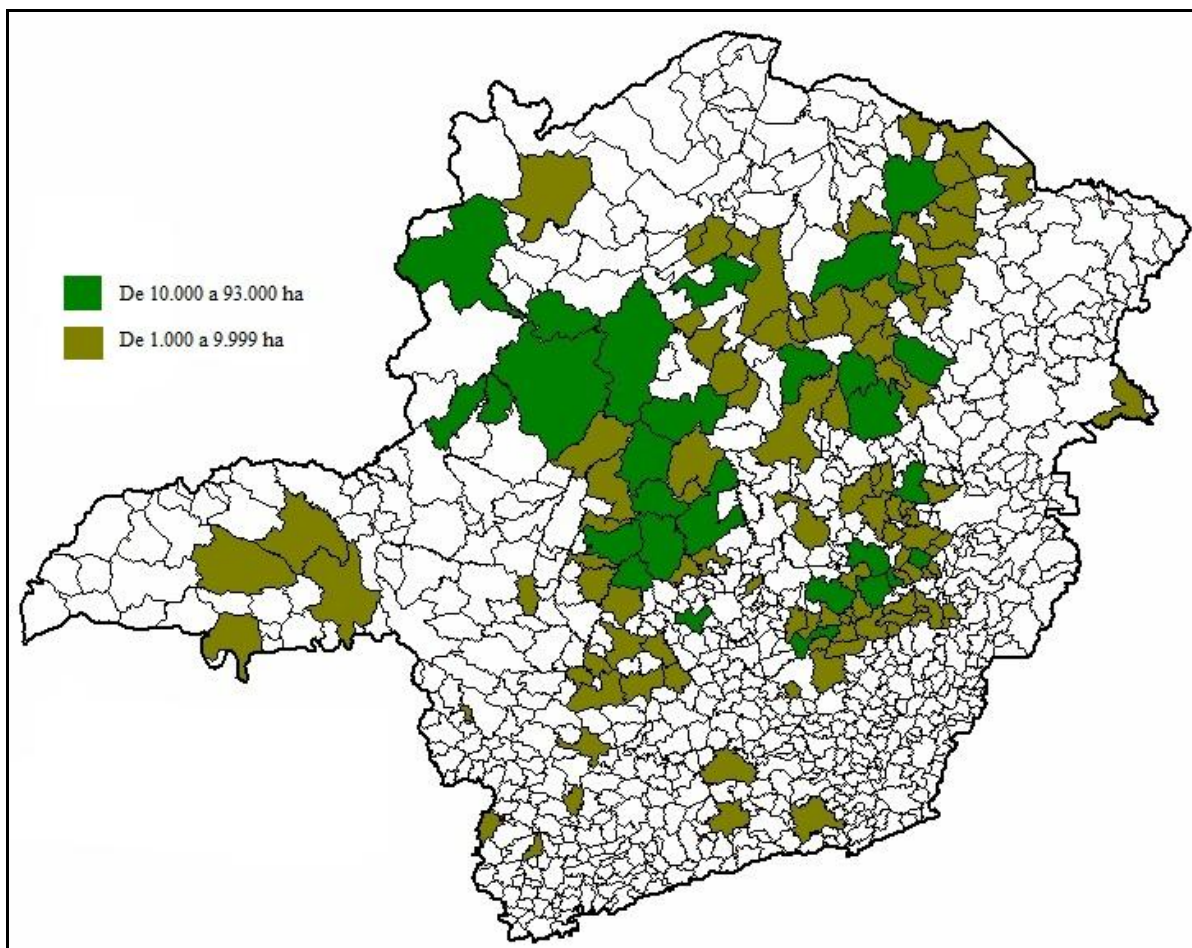


Figura 01: Principais reservas florestais de eucalipto em MG (2005). Fonte: INDI (2008).

2.2 A ATUAÇÃO DA CENIBRA NO VALE DO RIO DOCE

Na região do Vale do Rio Doce, a atividade produtiva florestal com o eucalipto iniciou-se com plantios realizados pela Siderúrgica Belgo-Mineira, que tinha como principal finalidade a produção de carvão destinado ao abastecimento de seus altos-fornos. Em 1973, com a instalação da CENIBRA o plantio de eucalipto foi então intensificado. (CENIBRA, 2014).

O Vale do Rio Doce possuía, em 2005, a segunda maior concentração de eucalipto da região (área) avaliada, com um total de 148.861 ha de florestas. As principais áreas estão localizadas nos municípios de Antônio Dias (29.040 ha), Coronel Fabriciano (13.075 ha), Belo Oriente (11.935 ha) e Peçanha (10.589 ha). Juntos, estes quatro municípios representam, aproximadamente, 45% de todo o eucalipto do Vale do Rio Doce (INDI, 2008).

Atualmente, a empresa CENIBRA maneja uma área própria que chega a 255.783,43 hectares. Sendo distribuídos conforme a Figura 02.

As áreas de atuação da CENIBRA estão localizadas na região centro-leste do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas – Latitude 18°29'25" a 20°15'52" S e Longitudes 42° 07'50" S a 43°35'58" W e pertencem à Bacia do Rio Doce, sub bacias dos rios Piracicaba, Santo Antônio, Suaçuí Pequeno, Suaçuí Grande e Corrente Grande. (CENIBRA, 2014).

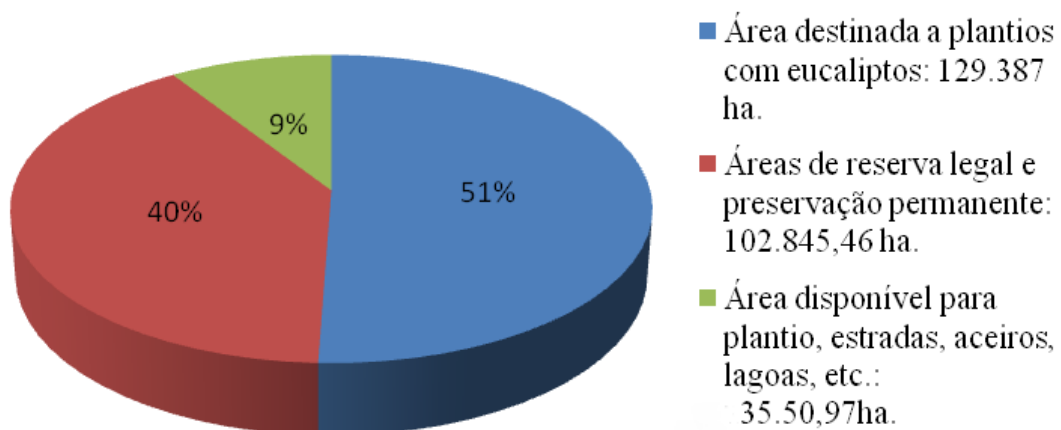


Figura 02: Distribuição de áreas de manejo da Cenibra (2013). Fonte: Cenibra (2014).

2.3 A UTILIZAÇÃO DE SIGS PARA GESTÃO FLORESTAL

Segundo Azemoy et al (1981) os Sistemas de Informações Geográficas podem ser compreendidos como o conjunto de funções automatizadas, que fornecem aos profissionais, capacidades avançadas de armazenamento, acesso, manipulação e visualização de informação georreferenciada. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Algumas outras definições nos trazem ainda mais clareza quanto a conceituação dos SIGs:

Um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais (Smith et al., 1987).

Conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real (Burrough, 1998).

Um conjunto manual ou computacional de procedimentos utilizados para armazenar e manipular dados georreferenciados (Aronoff, 1995).

Um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas (Cowen, 1988).

As definições de SIG acima mencionadas refletem cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia, e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização (STAR; ESTES, 1990).

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), tem se tornado uma ferramenta poderosa de apoio as atividades florestais. Dada a capacidade destes sistemas em representar, computadorizar e analisar as inter-relações entre diferentes tipos de informações, o processo de tomada de decisão em planejamento, ordenamento e gestão dos recursos florestais tem sido facilitado. (BORGES, 1996).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se entre os municípios de Ipaba, Iapu, Pingo D'água, Caratinga, Córrego Novo Bugre e Bom Jesus do Galho em Minas Gerais denominada de região operacional de Ipaba, pertencente a CENIBRA SA.

A região operacional de Ipaba é utilizada para o cultivo de eucalipto, em regime de corte aos 7 anos. A mesma passa por alterações periódicas na dinâmica da ocupação do solo decorrentes do plantio, manutenção e corte das árvores. É importante ressaltar que nesta área se encontra também inseridas áreas de reserva legal e preservação permanente composta por matas ciliares, vestígios de Mata Atlântica e áreas abandonadas de plantio.

O clima da região é tropical quente semiúmido, que se caracteriza por temperaturas médias mensais acima de 18°C e por um período seco de 4 a 5 meses no inverno. A estação chuvosa é de outubro a março, sendo as chuvas concentradas no verão (IBGE,2014).

Em Ipaba, 19.289 ha de um total de 36.632 ha são utilizados para fins de silvicultura, no caso, florestas de eucalipto. Cerca de 10.717 ha da área estudada é composta somente por áreas de preservação permanente (APP) e reserva legal. Estes dados são apresentados pela Tabela 01.

Distribuição de áreas por tipo de uso do solo na região de Ipaba	
Uso	Área (Ha)
Plantio de Eucalipto	19.289
Floresta Nativa	10.717
Preservação Permanente - APP	2.643
Aceiros	110
Lagoas	762
Estradas	1.372
Outros Usos	1.739
Total	36.632

Tabela 01. Distribuição de áreas por tipo de uso do solo na região de Ipaba. Fonte CENIBRA (2014)

A região apresenta aproximadamente 229 Km de estradas, correspondendo a um total de 1.372 ha. Estas estradas se dividem basicamente em primárias, secundárias e terciárias, com larguras variando entre 10 a 5 metros. Quanto a pavimentação, são em sua grande maioria em leito natural com trechos encascalhados. A área estudada é apresentada na figura 03.

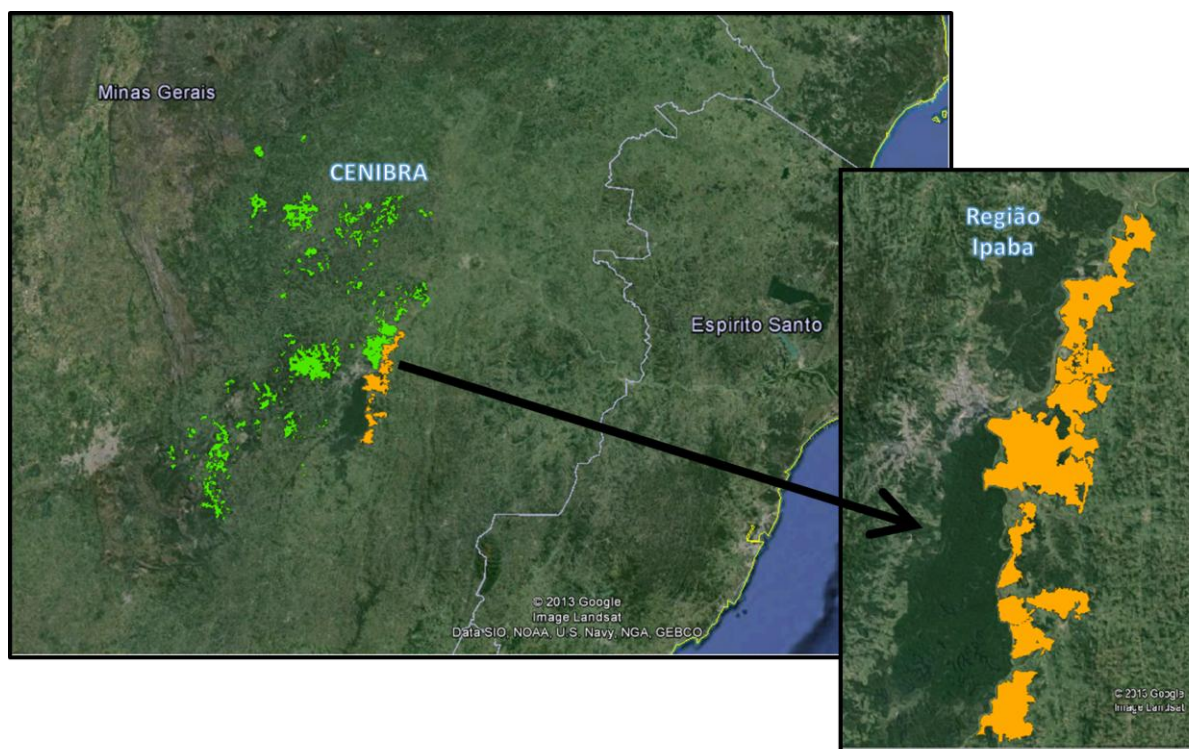


Figura 03. Espacialização das áreas da CENIBRA com enfoque na região operacional de Ipaba. Fonte: CENIBRA (2014).

Para facilitar o controle e a gestão de áreas florestais é comum que as empresas deste setor realizem divisões de suas unidades de manejo. A divisão das unidades florestais da Cenibra é apresentada na figura 04.

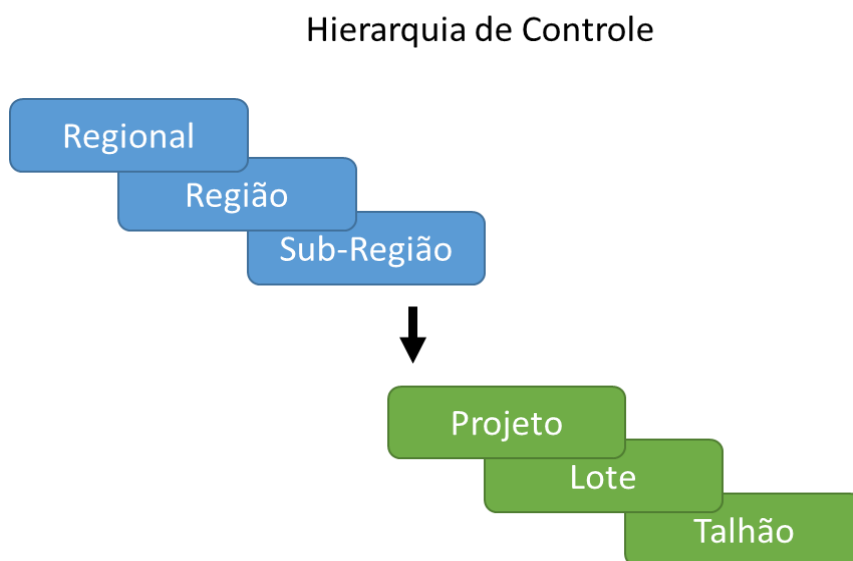


Figura 04. Hierarquia de controle das áreas florestais da CENIBRA. Fonte: CENIBRA (2014).

A CENIBRA se divide em 3 regionais de operação: Guanhães (ao Norte), Nova Era (ao Sul) e Rio Doce (ao centro). Estas regionais se dividem em mais 8 regiões (dentre elas, está Ipaba, utilizada para elaboração deste estudo) e estas regiões, por sua vez, se dividem em sub-regiões. As sub-regiões são compostas de Projetos (Fazendas/Imóveis Rurais) unidades de controle compostas por lotes e talhões (menor unidade de controle).

3.2 FERRAMENTA NETWORK ANALYST DO SIG ARCGIS 10.1

ArcGis é o nome de um grupo de programas informáticos que constituem um Sistema de Informação Geográfica. É produzido pela empresa americana ESRI (Environmental Systems Research Institute), líder mundial em sistemas deste ramo. O ArcGis apresenta, dentre outras, ferramentas que permitem visualização, análise e manipulação de *shapefiles* e *geodatabases*.

A ferramenta Network Analyst é uma extensão do ArcGIS que permite realizar análises espaciais de rede incluindo roteamento entre nós, localização e alocação de facilidades, roteirização de veículos, definição da área de serviço, entre outros. Um dos principais avanços da ferramenta é a possibilidade de utilizar as condições reais da rede de trabalho como direção da via e limites de velocidade.

Mediante o uso ArcGis Network Analyst foi possível compreender e interpretar a distribuição espacial das estradas. Após a classificação das estradas, o cadastramento de informações do Tráfego e de restrições existentes na área, foi possível determinar as rotas para escoamento de madeira que ofereciam ao mesmo tempo, menor distância, maior segurança e menor tempo de percurso.

A ferramenta permitiu, de forma automática, gerar uma tabela contendo a distância por meio da malha viária entre um vértice de origem e diversos vértices de destino, permitindo a obtenção de uma matriz de distâncias OD (Origem – Destino).

3.3 CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

Para aplicação da ferramenta Network Analyst foi necessário a elaboração de um banco de dados cadastral. Cada estrada foi classificada segundo 3 critérios que são apresentados a seguir:

3.3.1 Classificação quanto a importância da via

Esta classificação buscou distinguir as estradas analisadas por sua ordem de utilização e importância dentro da área estudada, elas foram enquadradas em:

- ❖ Estradas Principais: Em média, apresentam entre 10 a 8 metros de largura. Estas estradas ligam os maiores maciços florestais às rodovias nacionais, estaduais ou municipais, são encascalhadas e apresentam duplo sentido de tráfego. Estas estradas possuem serviços de manutenção periódicos e, por consequência, menor quantidade de restrições.
- ❖ Estradas Secundárias: Apresentam de 7 a 6 metros de largura. Fazem ligações entre lotes e talhões, podendo apresentar duplo ou único sentido de tráfego. Os serviços de manutenção acontecem, em sua grande maioria, nos períodos de colheita florestal. As restrições são, em geral, quanto ao tráfego de veículos maiores, que obedecem a sentidos únicos de tráfego.
- ❖ Estradas Terciárias: Possuem entre 6 e 5 metros de largura. Estas estradas geralmente são construídas para atender demandas específicas do processo de colheita florestal. Fazem ligações somente entre talhões e recebem manutenção durante o período de uso.

3.3.2 Classificação quanto a pavimentação da via

Em sua grande maioria, as estradas florestais são em leito natural, sem pavimentação asfáltica, apresentando trechos encascalhados. As estradas analisadas foram classificadas quanto a sua pavimentação em:

- ❖ Estradas asfálticas;
- ❖ Estradas em leito natural;
- ❖ Estradas encascalhadas;

3.3.3 Classificação quanto às restrições das vias

A classificação quanto às restrições das vias estudadas, buscou apontar as principais restrições presentes na área analisada. Estas restrições, devido às particularidades apresentadas, foram classificadas em:

- ❖ Restrição ambiental: Neste grupo foram reunidas as restrições que envolvem variáveis ambientais. Em geral, estas restrições visam diminuir o tráfego próximo a cursos d'água, áreas de floresta nativa ou de proteção ambiental.
- ❖ Restrição social: O grupo de restrições sociais envolvem basicamente restrições quando presença ou a proximidade de algumas estradas em comunidades, núcleos urbanos, etc.

Restrição Operacional: As restrições operacionais apresentam-se em maior quantidade nas áreas estudadas, são restrições quanto à largura ou declividade da via, quanto à pavimentação e potencial do tráfego de veículos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ROTAS ÓTIMAS DE MENOR DISTÂNCIA ATÉ A FÁBRICA

Em um primeiro momento, buscou-se determinar as rotas ótimas em função da menor distância entre os talhões dos projetos da região operacional de Ipaba e a Fábrica, sem considerar informações de restrições ou pavimentação da via. Após a obtenção destes dados, foi realizado um cruzamento de informações entre as novas informações de distâncias e as informações que a empresa mantinha em seu banco de dados, conforme exemplo apresentado pela Figura 05 e a Tabela 02.

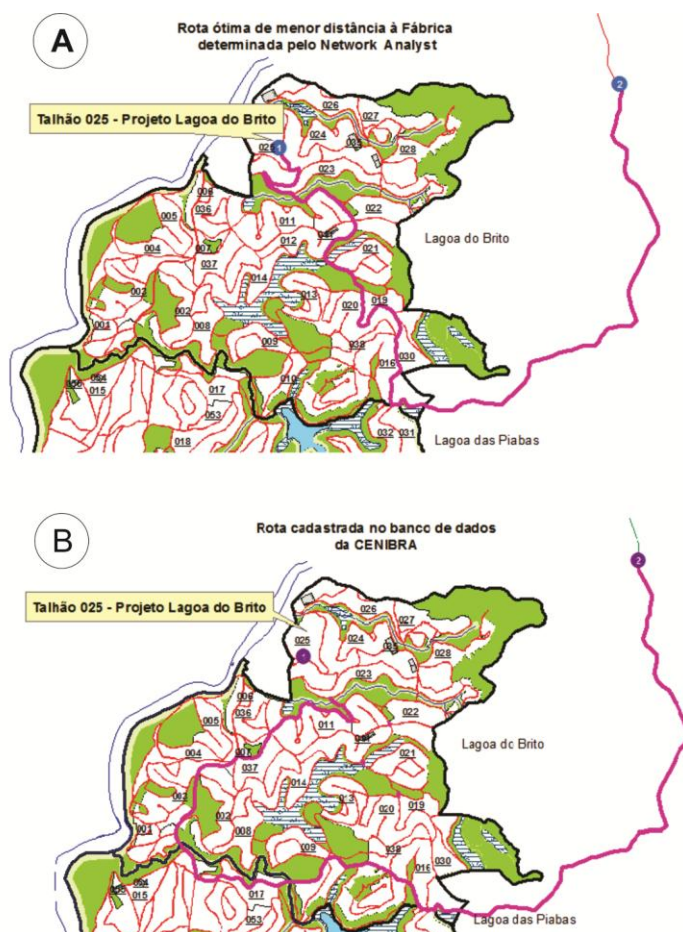


Figura 05: Comparativo de Rotas. Em A é apresentada a rota ótima indicada pelo software ArcGis. Em B é descrita a rota atualmente utilizada pela Empresa CENIBRA.

Através do cruzamento de informações, pode-se observar, primeiramente, o maior nível de detalhamento apresentado pelo software ArcGis, que forneceu dados de distâncias relativas aos talhões, enquanto as informações contidas no banco de dados da CENIBRA só contemplavam informações até o lote. Ao comparar todas as informações dos dois bancos de dados, observa-se que aproximadamente 70% das informações de distâncias fornecidas pelo software ArcGis eram menores que as informações já cadastradas.

Comparativo de distâncias RDIPPD00477P09				
Projeto	Lote	Talhão	Cadastro CENIBRA	Informações geradas pelo Network Analyst
			Distância média até a Fábrica (Km)	Distância média até a Fábrica (Km)
Lagoa do Brito	477P09	477P09-003	101,67	97,65
Lagoa do Brito	477P09	477P09-005	101,67	98,41
Lagoa do Brito	477P09	477P09-008	101,67	96,04
Lagoa do Brito	477P09	477P09-009	101,67	96,94
Lagoa do Brito	477P09	477P09-010	101,67	96,84
Lagoa do Brito	477P09	477P09-014	101,67	97,20
Lagoa do Brito	477P09	477P09-015	101,67	95,55
Lagoa do Brito	477P09	477P09-019	101,67	94,12
Lagoa do Brito	477P09	477P09-021	101,67	94,45
Lagoa do Brito	477P09	477P09-022	101,67	93,18
Lagoa do Brito	477P09	477P09-025	101,67	94,72
Lagoa do Brito	477P09	477P09-028	101,67	94,01
Lagoa do Brito	477P09	477P09-030	101,67	92,90

Tabela 2: Comparativo de Rotas. Na primeira tabela são apresentadas as distâncias cadastradas no banco de dados da CENIBRA e na segunda tabela as distâncias geradas pelos software ArcGis.

Esta análise, demonstra a existência de rotas alternativas às atuais utilizadas, que apresentam menor distância entre os talhões e a Fábrica. Entretanto, para que as novas rotas possam substituir as atuais é necessário que o cenário de análise contemple um volume maior de informações. A partir desta necessidade, um novo cenário foi construído objetivando identificar as melhores rotas considerando, além da distância, a velocidade de percurso até a Fábrica.

4.2 ROTAS ÓTIMAS DE MAIOR VELOCIDADE DE PERCURSO ATÉ A FÁBRICA

Neste segundo cenário de análise, buscou-se determinar as rotas ótimas em função da maior velocidade de percurso entre os talhões e a Fábrica, considerando para isso as condições e preferências de tráfego na via. De acordo com o tipo de pavimentação e condições gerais da via, uma tabela de velocidade média foi construída e aplicada aos trechos estudados, conforme apresentado pela Tabela 03.

CNB	Domínio	Hierarquia	Pavimentação	Velocidade média (Km/h)
BR	Estrada Federal	Primária	Asfalto	90
MG	Estrada Estadual	Primária	Asfalto	90
MG	Estrada Estadual	Secundária	Cascalho	50
MUN	Estrada Municipal	Primária	Asfalto	90
MUN	Estrada Municipal	Secundária	Cascalho	50
MUN	Estrada Municipal	Terciária	Terra	40
CNB	Estrada Própria	Secundária	Cascalho	50
CNB	Estrada Própria	Terciária	Terra	40
TER	Estrada Terceiros	Secundária	Cascalho	50
TER	Estrada Terceiros	Terciária	Terra	40

Tabela 3: Velocidade média por via classificada. A tabela apresenta a velocidade média das vias de acordo com seu tipo de pavimentação e hierarquia de utilização.

A Tabela 03 foi construída a partir da obtenção de dados em campo e consulta às normas de segurança já utilizadas e divulgadas pela empresa. A partir dessa classificação foi possível configurar a ferramenta Network Analyst para que a escolha das melhores rotas fosse determinada com base nas estradas de maior velocidade de percurso até a Fábrica.

Após a obtenção dos trechos de maior velocidade de percurso entre os talhões e a fábrica, um segundo cruzamento de informações foi realizado, este visando comparar as distâncias e o tempo médio indicado no banco de dados da CENIBRA.

Os tempos de percurso cadastrados no banco de dados da Cenibra não apresentaram nível de detalhamento até os talhões, assim como as informações de distâncias, só indicam uma média por lote, estimada através de monitoramento de frotas e pela informação dada pelos supervisores da área. O gráfico 01 foi construído comparando os tempos médios das rotas cadastradas com os tempos médios indicados pela ferramenta Network Analyst por projeto.

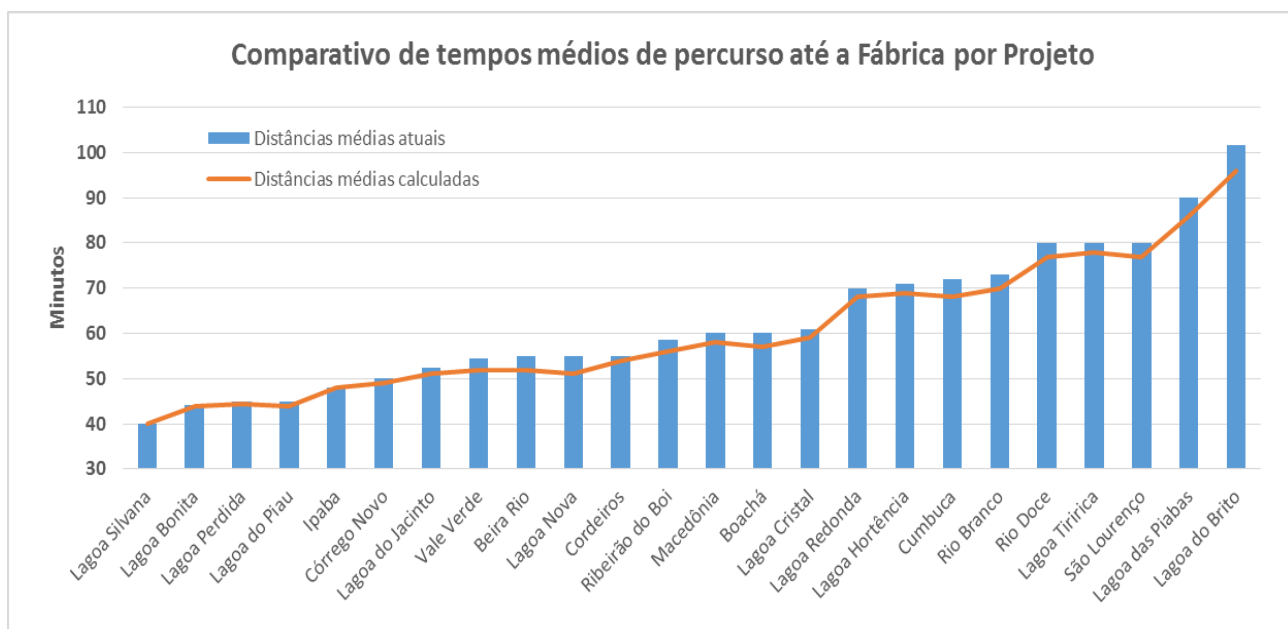


Gráfico 01: Comparativo de tempos médios de percurso até a Fábrica por projeto florestal.

Assim como para o primeiro cenário, esta análise, demonstra a existência de rotas alternativas às atuais utilizadas, que apresentam rotas de menor percurso entre os talhões e a Fábrica.

4.3 ROTAS ÓTIMAS COM INCLUSÃO DE RESTRIÇÕES

Em um terceiro e último cenário, as restrições ambientais, sociais e operacionais foram inseridas no sistema ArcGis visando restringir ou bloquear as vias de acesso não desejáveis.

Para definir as rotas ótimas com as restrições no ArcGis foi necessário escolher o tipo de percurso que se quer obter: percurso de menor distância ou percurso de menor tempo. Para ser obtida a maior quantidade possível de informações, os dois tipos de percursos foram definidos, por consequência, para a maior parte dos talhões dois caminhos foram definidos como ótimos.

Como consta no Anexo 1, um documento foi elaborado contendo as informações de menor distância e maior velocidade. Este documento tem por objetivo embasar as futuras decisões e escolhas de rotas alternativas ao transporte de madeira e outros serviços na área avaliada.

Nota-se, através do comparativo das rotas existentes e as novas rotas indicadas pelo sistema ArcGis que as rotas atuais não foram escolhidas de acordo com rotas mais curtas ou mais rápidas. Em sua grande maioria as rotas foram definidas seguindo o curso de estradas principais já consolidadas na região, abertas há vários anos por tropeiros e colonizadores da região. O alto custo associado à abertura de novas estradas é a principal barreira ao investimento na melhoria da malha viária.

5 CONCLUSÃO

Como principais conclusões pode ser afirmado que:

- a) Os cenários construídos através da ferramenta Network Analyst do software ArcGis permitiram a identificação de rotas alternativas às rotas atuais utilizadas pela empresa;
- b) As novas rotas foram escolhidas segundo o critério de menor distância e maior velocidade de percurso até a Fábrica, contribuindo para garantir maior eficiência no transporte da produção florestal;
- c) As análises realizadas demonstraram a possibilidade de atualização imediata do banco de dados da Empresa e abre novas demandas de análise que contemplem um volume maior de informações, como declividade média dos trechos, velocidade média em função da declividade, cadastramento de rotas para veículos de pequeno e grande porte.

A partir deste estudo poder-se-á incluir outras variáveis que contribuam para a seleção de rotas de transporte em qualquer região de produção florestal. A ferramenta Network Analyst do software ArcGis mostrou-se adequada e importante para as rotinas de planejamento, no sentido de contribuir para a competitividade do processo de transporte em geral, visando a busca das melhores rotas que representarão a maior eficiência em transporte de qualquer natureza.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONOFF, S. Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publications. 1995.

BALLOU, R. H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. 1ª. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

BORGES, J.G. Sistemas de apoio a decisão em recursos naturais: aplicações florestais. Revista florestal, v.9, n.3, p.37-44, 1996.

BURROUGH, P.A.; MCDONNELL, R.A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press. 1998.

CENIBRA – Celulose Nipo Brasileira S.A. **Plano de Manejo**. Disponível em http://www.cenibra.com.br/cenibra/MeioAmbiente/MeioAmbienteFlorestal/pdf/PMAN_EJO_2011.pdf. Acesso em 27 de Janeiro de 2014.

COWEN, D. J.; GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences. **Photogrametric Engineering and Remote Sensing**, 54, 1988, pp 1551-1554.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Clima do Brasil**. 2002. Disponível em: http://geofp.ibge.gov.br/mapas/tematicos/mapas_murais/clima.pdf. Acesso em 24 de Janeiro de 2014.

INDI – Instituto Integrado de Desenvolvimento de Minas Gerais - **Dimensionamento do potencial de oferta e demanda por produtos florestais nas Mesorregiões do**

Norte de Minas, Vale do Rio Doce, Jequitinhonha e Mucuri. Disponível em: <http://www.indi.mg.gov.br/img/estudos/57Analisecadeiasilvicultura.pdf>. Acesso em 15 de Janeiro de 2014.

LEITE, N. B. **Revisão do código florestal-questão de sobrevivência setorial.** Rev.Silvicultura, São Paulo, n. 83, p. 22-23, 2000.

MACHADO, C. C. **Sistema brasileiro de classificação de estradas florestais (SIBRACEF):** Desenvolvimento e relação com o meio de transporte florestal rodoviário. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989. 188p.

MACHADO, C. C.; LOPES, E. S., BIRRO, M. H. **Elementos básicos do transporte florestal rodoviário.** Viçosa: UFV, 2000. 167 p. il.

NETO, O. B. Sacramento. **Balanço hídrico em plantios jovens de eucalipto na região de Belo Oriente-MG.** 77 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa, MG, 2001.

PAINEL FLORESTAL – **O plantio de Eucalipto em Minas Gerais.** Disponível em <http://painelflorestal.com.br/>. Acesso em 04 de Janeiro de 2014.

MALINOVSKI, J. R.; PERDONCINI, W. C. **Estradas florestais.** Itatí: s.n., 1990. 87 p.

SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura. **Setor Florestal Brasileiro / As plantações de eucalipto no Brasil.** Disponível em <http://www.sbs.org.br/>. Acesso em 05 de Novembro de 2013.

SEAPA-MG - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Minas e o Eucalipto**. Disponível em <http://www.agricultura.mg.gov.br/>. Acesso em 12 de Dezembro de 2013.

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente - **Mapeamento e inventário da flora nativa e dos reflorestamentos de Minas Gerais**. Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br>. Acesso em 12 de Janeiro de 2014.

SMITH, T.R.; PEUQUET, D.J.; MENON, S.; AGARWAL, P. KBGIS-II: a knowledge-based geographic information system. *International Journal of Geographic Information Systems*, v. 1, n. 2, p. 149-172, 1987.

STAR, JEFFREY. AUTHOR: ESTES, J. E.. Publisher: Prentice hall (englewood cliffs, N.J.). series title: year: 1990.

7 ANEXOS

7.1 RELATÓRIOS TÉCNICOS COM DISTÂNCIAS E TEMPOS DE PERCURSO ÓTIMOS ATÉ A FÁBRICA

O Relatório técnico com as distâncias e tempos de percurso ótimos até a Fábrica foi elaborado a partir da conclusão do Cenário 3 descrito neste trabalho. Trechos deste relatório são apresentados na Figura 6.

Projetos CENIBRA - Região Ipaba						Cadastro Cenibra		Network Analysty	
REGIONAL	REGIAO	SUB-REGIAO	LOTE	TALHÃO	PROJETO	Dist. Fábrica (Km)	Tempo de Percurso (min)	Dist. Fábrica Km	Tempo de Percurso (min)
RD	IP	MA	RDIPMA00489P02	RDIPMA00489P02-024	Lagoa Silvana	40,00	34,29	39,54	33,89
RD	IP	MA	RDIPMA00489P02	RDIPMA00489P02-025	Lagoa Silvana	40,00	34,29	39,00	33,43
RD	IP	MA	RDIPMA00489P04	RDIPMA00489P04-003	Lagoa Silvana	40,00	34,29	41,60	35,66
RD	IP	MA	RDIPMA00489P11	RDIPMA00489P11-001	Lagoa Silvana	40,00	34,29	41,52	35,59
RD	IP	MA	RDIPMA00489P11	RDIPMA00489P11-009	Lagoa Silvana	40,00	34,29	38,54	33,03
RD	IP	MA	RDIPMA00489P11	RDIPMA00489P11-015	Lagoa Silvana	40,00	34,29	40,20	34,46
RD	IP	MA	RDIPMA00489P11	RDIPMA00489P11-023	Lagoa Silvana	40,00	34,29	39,99	34,28
RD	IP	MA	RDIPMA00489P11	RDIPMA00489P11-029	Lagoa Silvana	40,00	34,29	39,83	34,14
RD	IP	MA	RDIPMA00489R11	RDIPMA00489R11-017	Lagoa Silvana	40,00	34,29	39,70	34,03
RD	IP	MA	RDIPMA00489R11	RDIPMA00489R11-020	Lagoa Silvana	40,00	34,29	38,36	32,88
RD	IP	MA	RDIPMA00482P04	RDIPMA00482P04-016	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,22	37,04
RD	IP	MA	RDIPMA00482P05	RDIPMA00482P05-024	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,24	37,92
RD	IP	MA	RDIPMA00482P09	RDIPMA00482P09-001	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,84	38,43
RD	IP	MA	RDIPMA00482P09	RDIPMA00482P09-005	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,55	36,47
RD	IP	MA	RDIPMA00482P09	RDIPMA00482P09-012	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,69	36,59
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-004	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,22	37,04
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-006	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,70	38,31
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-007	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,54	38,18
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-013	Lagoa Bonita	44,05	37,76	45,04	38,61
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-019	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,22	37,04
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-023	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,21	37,04
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-025	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,62	37,39
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-026	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,19	37,02
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-027	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,05	36,90
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-028	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,26	37,08
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-030	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,22	37,90
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-035	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,60	38,23
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-036	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,90	36,78
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-037	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,22	37,04
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-038	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,55	36,47
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-044	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,52	36,44
RD	IP	MA	RDIPMA00482P10	RDIPMA00482P10-045	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,54	37,32
RD	IP	MA	RDIPMA00482P11	RDIPMA00482P11-011	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,04	36,89
RD	IP	MA	RDIPMA00482P11	RDIPMA00482P11-018	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,80	37,54
RD	IP	MA	RDIPMA00482P11	RDIPMA00482P11-022	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,05	37,76
RD	IP	MA	RDIPMA00482P11	RDIPMA00482P11-043	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,01	37,72
RD	IP	MA	RDIPMA00482P11	RDIPMA00482P11-047	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,00	37,71
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-010	Lagoa Bonita	44,05	37,76	45,01	38,58
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-014	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,46	38,11
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-032	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,48	38,13
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-033	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,59	38,22
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-034	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,62	38,25
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-039	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,43	38,08
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-040	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,55	36,47
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-041	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,54	37,32
RD	IP	MA	RDIPMA00482P12	RDIPMA00482P12-042	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,04	36,89
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-002	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,82	37,56
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-003	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,05	37,76
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-008	Lagoa Bonita	44,05	37,76	42,52	36,44
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-009	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,54	37,32
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-015	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,04	36,89
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-017	Lagoa Bonita	44,05	37,76	43,80	37,54
RD	IP	MA	RDIPMA00482R10	RDIPMA00482R10-020	Lagoa Bonita	44,05	37,76	44,05	37,76

Figura 06: Parte do Relatório técnico com as distâncias e tempos de percurso ótimos até a Fábrica.

