ANÁLISE DE TRAJETO DE UM GASODUTO UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

JOÃO F. G. ANTUNES[1]; ERIVELTO MERCANTE[2]; JANSLE V. ROCHA[3]; JURANDIR ZULLO JR.[4]

Escrito para apresentação no
XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
02 a 06 de Agosto de 2004 - São Pedro - SP

RESUMO: A utilização de ferramentas de apoio à decisão em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem auxiliado em áreas de aplicação como na análise de impacto, aptidão e viabilidade. Este artigo apresenta um estudo de caso de aplicação dessas ferramentas para análise de trajeto de um gasoduto interligando uma refinaria a três cidades na região de Campinas. Como variáveis foram utilizados um mapa de uso do solo e um modelo digital do terreno. O processamento e análise das informações espaciais foram realizados por meio do SIG IDRISI. O trajeto obtido considerou os valores de menores custos, na maioria áreas de pastagens e com declividade de até 15%. Este resultado constitui um subsídio importante para a tomada de decisão sobre a melhor alternativa de traçado do gasoduto, possibilitando uma escolha mais racional e menos subjetiva.

PALAVRAS-CHAVE: gás natural veicular, tomada de decisão, SRTM

ANALYSIS OF A GAS PIPELINE PATHWAY USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

ABSTRACT: The use of decision suport tools in Geographic Information Systems (GIS) has assisted in application such as impact, suitability and viability analysis. This paper presents a case study on the application of these tools for analysis of gas pipeline pathway connection an refinery to three cities in the region of Campinas. Land use and digital elevation model were used as variables. The processing and the analysis of spacial information were realized with in IDRISI GIS. The pathway obtained considered the values of minor costs, in the majority areas of pastures and with slope of up to 15%. This result constitute an important subsidy for decision about the best alternative of gas pipeline pathway, allowing a more rational and less subjective choice.

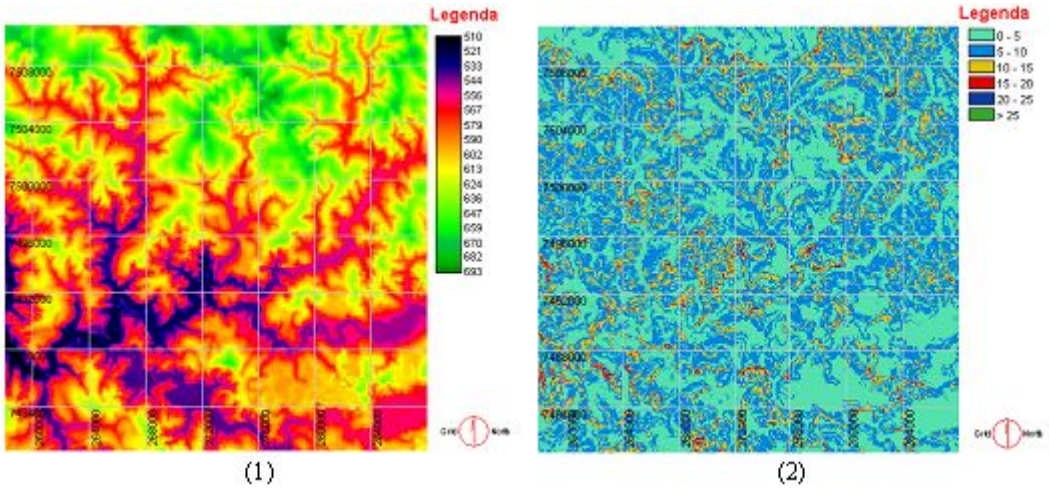
KEYWORDS: natural gas vehicle, decision suport, SRTM

INTRODUÇÃO: A expansão do consumo do Gás Natural Veicular (GNV) no Brasil tem superado todas as expectativas do setor. Em 1991 eram 7 mil m³ diários saltando para mais de 2 milhões de m³ no primeiro trimestre de 2002. A Petrobras, líder do mercado, com vendas de cerca de 1 milhão de m³ diários de GNV, planeja mais que dobrar sua rede atual de 135 postos. A Comgás, concessionária de gás canalizado, que atua em 180 municípios do Estado de São Paulo, tem planos de incrementar o fornecimento de GNV. A utilização do GNV decorre simultaneamente da disponibilidade do gás natural, da existência de postos de abastecimento e de veículos adaptados ao seu uso (CANTALICE, 2004). Atualmente, a Refinaria de Paulínia (REPLAN) serve como ponto de conexão com o Gasoduto Brasil-Bolívia. Nesse contexto, surge a necessidade das cidades da região se interligarem à rede de distribuição da REPLAN. O uso de SIG, em problemas de tomada de decisão, é uma ferramenta poderosa e eficiente nas diversas áreas do conhecimento porque possibilita que o processo de tomada de decisão seja realizado de maneira mais fundamentada. Dessa forma, o agente de decisão tem à sua disposição dados/informações mais acessíveis, mais facilmente combinados e modificados, além de utilizar argumentos mais claros para a decisão (SILVA, 1999). O presente trabalho tem como objetivo traçar um trajeto do gasoduto interligando a REPLAN as cidades de Cosmópolis, Americana e Artur Nogueira utilizando um SIG, de modo a obter subsídios importantes para a tomada de decisão sobre a

1- Matemático, Pesquisador EMBRAPA, Mestrando Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, (19) 3788-1060, joao.antunes@agr.unicamp.br
2- Engenheiro Agrícola, Doutorando, FEAGRI, UNICAMP, Campinas-SP
3- Engenheiro Agrícola, Prof. Doutor, FEAGRI, UNICAMP, Campinas-SP
4- Engenheiro Agrícola, Pesquisador Doutor, CEPAGRI, UNICAMP, Campinas-SP

melhor alternativa de passagem do gasoduto, possibilitando uma escolha mais racional e menos subjetiva dos pontos de vista técnico, ambiental e econômico.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo é a região entre as cidades de Paulínia, Cosmópolis, Americana e Artur Nogueira, próxima à cidade de Campinas, Estado de São Paulo. O SIG utilizado foi o IDRISI, versão 32.11, que apresenta um conjunto de ferramentas de análise de decisão (EASTMAN, 1999). Os mapas de entrada do SIG foram uso do solo e modelo digital do terreno (MDT). Para o mapeamento de uso do solo foi utilizada a composição falsa-cor RGB453, gerada a partir de uma imagem do satélite Landsat 7, resolução espacial de 30 m, órbita/ponto 220/076, quadrante 1, adquirida em agosto de 2001. O MDT foi obtido a partir dos dados da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), no sistema de coordenadas lat/long, referente ao datum WGS84. O SRTM é resultado de uma missão espacial da NASA (National Aeronautics and Space Administration), GAC (German Aerospace Center) e ISA (Italian Space Agency) realizada a bordo do ônibus espacial Endeavour durante onze dias em fevereiro de 2000, que teve como objetivo examinar a superfície terrestre, oceanos, atmosfera, gelo e vida como um sistema integrado usando interferometria (NASA, 2003). A metodologia para definir o melhor trajeto do gasoduto foi baseada numa superfície de custo, considerando superfícies de atrito que representam obstáculos ao movimento. Como superfícies de atrito foram utilizados os mapas de declividade derivado do MDT e de uso do solo, considerando as áreas de preservação permanente. O termo custo não representa valor monetário, mas o esforço necessário para transpor cada pixel do trajeto na imagem dos fatores definidos. Portanto, um possível trajeto do gasoduto será a menor distância entre as cidades, considerando a declividade e o uso do solo, de forma a causar o mínimo de impacto ambiental possível. Inicialmente foi necessário georreferenciar a imagem Landsat por meio de nove pontos de controle coletados a partir das cartas topográficas da região em estudo, no sistema de coordenadas UTM 23 Sul, referente ao datum Córrego Alegre. O erro médio de registro do georreferenciamento foi de 10,32 m, satisfatório para a resolução espacial da imagem. O mapeamento de uso do solo foi realizado pelo método de interpretação visual realizado por reconhecimento de campo, onde foram observadas as principais classes de coberturas de solo existentes. Os dados SRTM são gerados no sistema de coordenadas lat/long, referente ao datum WGS84, com resolução espacial de 90 m. Após a compatibilização com o sistema de coordenadas da região em estudo e correção de algumas falhas nos dados SRTM, foi possível gerar o MDT, conforme apresentado na Figura 1. A partir do MDT, foi gerado o mapa de declividade utilizando-se o operador de contexto SLOPE. O próximo passo foi utilizar o comando RECLASS para gerar as classes de declividade, como pode ser visto na Figura 2. Uma das restrições impostas ao trajeto do gasoduto é causar o mínimo impacto ambiental. Sendo assim, baseou-se na Lei 4.771/65 do Código Florestal brasileiro que define a mata ciliar em torno de rios e lagoas como de preservação permanente, com uma área de preservação de 100 m ao redor de lagoas e 50 m de rios com extensão de 10 a 50 m, características da região em estudo. A partir da imagem de uso do solo foram extraídas as classes rios e lagoas, por meio dos comandos RECLASS e ASSIGN. Em seguida foi utilizado o operador de distância BUFFER para gerar as áreas de preservação permanente. A imagem das áreas de preservação permanente foi sobreposta ao mapa de uso do solo por meio do comando OVERLAY. A alocação das subestações de interligação do gasoduto entre as cidades segue certas restrições. Deveriam ser instaladas num raio de no máximo 1000 m de distância de suas cidades. Para separar as áreas urbanas foi utilizado o comando RECLASS e ASSIGN, baseado no mapa de uso do solo. Após isso, utilizou-se do operador de distância BUFFER para criar o raio de 1000 m em torno das cidades. Decidiu-se por utilizar áreas com declividades menores que 5% para a instalação das subestações, como forma de baratear o custo da terraplanagem do local de instalação. Para classificar essas áreas foram utilizados os comandos RECLASS e ASSIGN, na imagem de declividade. Como forma de causar um mínimo impacto ambiental, as subestações deveriam ser instaladas em áreas fora da faixa de preservação permanente. Para retirar tais faixas foram utilizados os comandos RECLASS e ASSIGN, classificando apenas as áreas que não possuíam as faixas de preservação permanente. Também para baratear o custo da construção, as subestações deveriam ser alocadas em áreas que fossem ocupadas por pastagem. Essas áreas foram classificadas por meio dos comandos RECLASS e ASSIGN, a partir da imagem de uso do solo. Assim, por meio da combinação dessas restrições com o comando OVERLAY foram separadas as áreas aptas para a construção das subestações do gasoduto.



(1) (2)

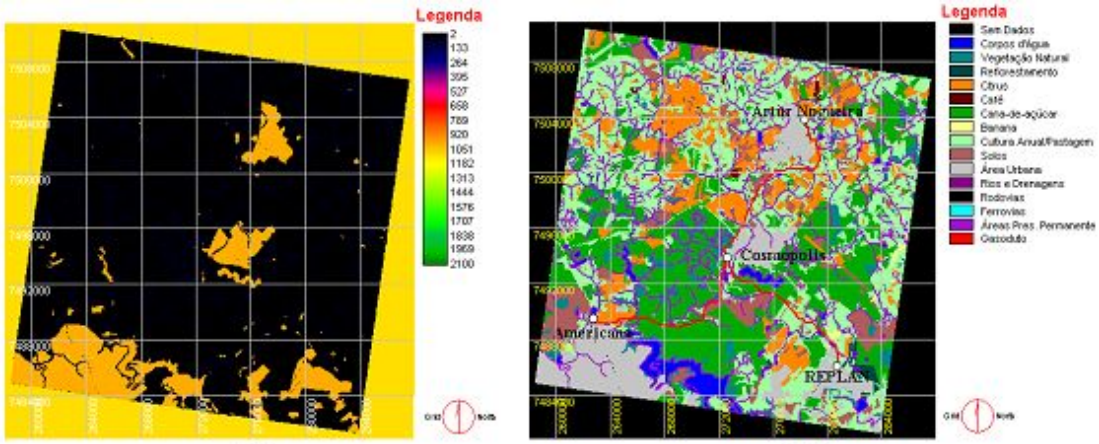
Figuras: (1) Modelo Digital do Terreno - MDT; (2) Declividade em classes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A decisão sobre o melhor trajeto do gasoduto tem caráter eminentemente técnico. Uma vez estruturados os mapas das restrições é necessário desenvolver uma regra de decisão para avaliar as alternativas. Para realizar o trajeto do gasoduto, primeiramente foi criada uma superfície de atrito com a declividade, que define os custos associados com o movimento através do terreno. Assumiu-se que custa o valor básico 1 para se cruzar um terreno com declividade de 0 a 5%. Dado o valor base, os valores relativos para a declividade são dados na Tabela 1. Uma outra superfície de atrito criada foi com relação ao uso do solo, a qual define os custos associados com o movimento através das várias classes. Assumiu-se que custa o valor básico 1 para as classes pastagem e solo. O trajeto do gasoduto não deve atravessar o perímetro urbano das cidades e as lagoas. Os valores relativos de atrito para as classes de uso do solo são dados na Tabela 2. Baseado nesses valores, as duas superfícies de atritos foram criadas com os comandos RECLASS e ASSIGN e combinadas com o comando OVERLAY, como pode ser visto na Figura 3. Após isso, foram então geradas as superfícies de custo por meio do operador de distância COST, combinando cada imagem de superfície de atrito com as respectivas imagens. A superfície de custo é calculada a partir da REPLAN, depois de Americana e por último de Artur Nogueira, considerando uma superfície de atrito que representa uma força contrária ao movimento. O passo final foi a geração dos trajetos de menor custo e que devem causar o mínimo impacto ambiental. Para isso, utilizou-se o operador de distância PATHWAY, o qual gerou a interligação do gasoduto da REPLAN até a cidade de Cosmópolis, da cidade de Americana a Cosmópolis e da cidade de Artur Nogueira a Cosmópolis, conforme pode ser visualizado na Figura 4. O operador PATHWAY busca na superfície de menor custo o trajeto de menor esforço de custo entre os pontos de partida e chegada estabelecidos.

Classes de Declividade (%)	Valores do Atrito
0 a 5	1
5 a 15	2
15 a 30	4
30 a 45	10
45 a 60	100
> 60	1000

Tabela 1. Valores de atrito para a declividade
Tabela 2. Valores de atrito para as classes de uso do solo

Classes de Uso da Terra	Valores do Atrito
Pastagem, Solos	1
Reflorestamento, Cana-de-açúcar, Banana	2
Citrus	4
Café	5
Vegetação natural, Rodovias e Ferrovias	10
Áreas de Mata Ciliar	50
Rios e Drenagens	100
Corpo d´água, Área urbana	1000



(3) (4)

Figuras: (3) Superfície de atrito; (4) Trajeto do gasoduto.

CONCLUSÕES: Esse estudo de caso baseou-se no método da superfície de atrito gerada a partir do uso e declividade do terreno. A relevância do uso do solo tem uma influência direta no trajeto do gasoduto, refletindo a preocupação estritamente técnica que é a preservação ambiental. O trajeto obtido levou em consideração os valores de menores custos, sendo estes na grande maioria de áreas de pastagens e com declividade de até 15%. Como provavelmente o menor gasto de recursos financeiros seria uma condição do agente de decisão, outros cenários de alternativas poderiam ser elaborados por meio do SIG IDRISI, alterando-se os valores de atritos tanto para o uso do solo quanto para a declividade. Dessa forma, pode-se concluir que as ferramentas de SIG constituem subsídios importantes à tomada de decisão sobre o melhor trajeto do gasoduto, possibilitando uma escolha mais racional e menos subjetiva do ponto de vista técnico, ambiental e econômico. Cabe ressaltar o potencial de uso do MDT obtido dos dados do SRTM que podem gerar, de forma fácil, outros mapas de restrições como rede de drenagem, exposição de vertentes e comprimento de rampas, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CANTALICE, O. Consumo de GNV supera expectativas. Disponível em http://infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/64549.htm. Acesso em 08. mar. 2004.

EASTMAN, J. R. Guide to GIS and Image Processing - IDRISI 32. IDRISI Production, v.2, Worcester, 1999, 193p.

NASA. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology. Disponível em: http://www2.jpl.nasa.gov/srtm. Acesso em: 08. mar. 2004.

SILVA, A. B. Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceitos e fundamentos. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999, 235p.