
Claudia Regina Hezel¹
Mario Antonio Faraco²

**APLICAÇÃO DO SOFTWARE LINDO PARA
ESCOLHA DE FORNECEDORA DE BRITA
PARA BASE DO PAVIMENTO ENTRE AS
CIDADES DE TOLEDO/PR E CASCAVEL/PR**

RESUMO: O presente artigo tem como objetivo demonstrar como a programação linear (PL), em conjunto com o programa LINDO, podem ser empregados na área da engenharia rodoviária como ferramentas de apoio à tomada de decisões que visem à otimização dos processos. O artigo foi estruturado de forma a apresentar conceitos de pavimento, de Pesquisa Operacional e de PL como um modelo de apoio à decisão. A seguir, é demonstrada a utilização da ferramenta computacional do programa LINDO para solução dos problemas que envolvam a minimização dos custos. O estudo feito tem como base a teoria de que é possível construir modelos eficazes que possibilitem auxiliar na tomada de decisão, através de restrições e condições que reproduzam a realidade da empresa – no caso deste estudo, trata-se da escolha de pedreiras para fornecimento de brita para a pista de rolamento entre a cidade de Cascavel e Toledo/PR. Como conclusão, verificou-se que, dependendo do lote, poderia ser utilizada uma ou outra empresa para fornecimento do material, sendo que esta escolha poderia ser diferente se houvesse restrição de contratação de apenas uma empresa. As principais contribuições deste artigo estão ligadas ao uso adequado deste recurso computacional.

PALAVRAS-CHAVE: Pesquisa operacional; Pavimentos rodoviários; Base de pavimentos.

Data de recebimento: 25/08/04. Data de aceite para publicação: 14/09/06.

¹ Engenheira Civil. Mestranda em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) — Campus de Cascavel (PR). Endereço eletrônico: crhezel@bol.com.br.

² Engenheiro Civil. Mestrando em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) — Campus de Cascavel (PR). Endereço eletrônico: marioantoniofaraco@hotmail.com.

SUMMARY: The objective of this paper is to demonstrate how the lineal programming (PL), together with LINDO program, can be used in road engineering as support tools for taking decisions concerning the processes optimization. Firstly, the article presents concepts of pavement, Operational Research, and PL as a model to support the decision. Next, it is demonstrated the use of a computational tool, LINDO program, for solving the problems that involve costs minimization. The study is based on the assumption that it is possible to build effective models for helping the decision-taking, by means of restrictions and conditions that reproduce the reality of the company – in this case, it refers to the choice of quarries for supplying aggregate to build the road between Cascavel and Toledo cities (PR). As a conclusion, it was verified that, depending on the lot, one or another material supplier could be used, and that this choice could be different if there was a contract restriction of only one company. The major contributions of this article are related to the adequate use of this computational resource.

KEYWORDS: Operational research; Road pavements; Pavement foundation.

1. INTRODUÇÃO

A busca de soluções ótimas, de minimização de custos e uso das melhores tecnologias, é uma constante em qualquer setor da economia, não sendo diferente quanto à engenharia e, no caso deste artigo, na construção do pavimento da pista de rodovia. A base deste artigo é a escolha de pedreiras na construção do pavimento da segunda pista de rolamento entre a cidade de Toledo/PR e Cascavel/PR.

Senço (1997) define pavimento como a estrutura construída sobre a terraplanagem e destinada, técnica e economicamente a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los; melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança; e resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento; constituído de subleito e camadas com espessuras e materiais determinados por um dos inúmeros métodos de dimensionamento (regularização do subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento).

Os pavimentos podem ser rígidos ou flexíveis, sendo que os pavimentos flexíveis são compostos por várias camadas que devem trabalhar em conjunto, cada uma delas absorvendo parte das solicitações impostas e transmitindo o restante às camadas localizadas em níveis inferiores (Figura 1). Já os pavimentos rígidos são constituídos basicamente por uma placa de concreto que praticamente absorve toda a solicitação, distribuindo-a em uma grande área. Ao chegar ao subleito, a carga encontra-se suficientemente amortecida.

O artigo envolve a escolha de brita para a base de um pavimento flexível, sendo esta camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos do tráfego e distribuí-los, podendo ser constituída de vários materiais, como concreto, alvenaria poliédrica, brita, entre outros (SENÇO, 1997).

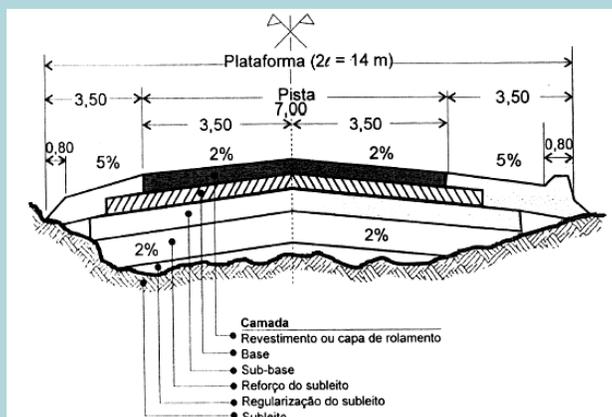


FIGURA 1 - Seção Transversal de um Pavimento Flexível.
 FONTE: Senço (1997).

No caso específico em estudo, na construção da base de pistas de rolamento, há necessidade de utilizar material britado, sendo que nesta região há grande quantidade de rochas basálticas, o que viabiliza e direciona o emprego deste material. Para minimizar o custo de extração de pedra, a pedreira deveria ser construída o mais próximo do centro de gravidade da obra (no meio aproximadamente), porém tal tipo de exploração se dá em grandes áreas com utilização de explosivos provocando grandes impactos ambientais e econômicos.

Os impactos ambientais degradam de forma muito intensa a área a ser explorada, sendo de difícil recuperação e, como se trata da construção de obra rodoviária, o seu uso é temporário. Por outro lado, como na região há intensa utilização de terra para agricultura, a área da pedreira não seria recuperada para essa atividade, causando uma grande perda econômica permanente em termos de produção agrícola. Igualmente, com a existência de diversas pedreiras comerciais na região (já instaladas), a melhor opção tem sido a aquisição de pedras britadas dessas empresas. A seguir segue um croqui da área a ser pavimentada (Figura 2), com a localização das empresas e as distâncias entre a obra e essas empresas, sendo no total seis empresas que podem ser as fornecedoras de britas para a área considerada.

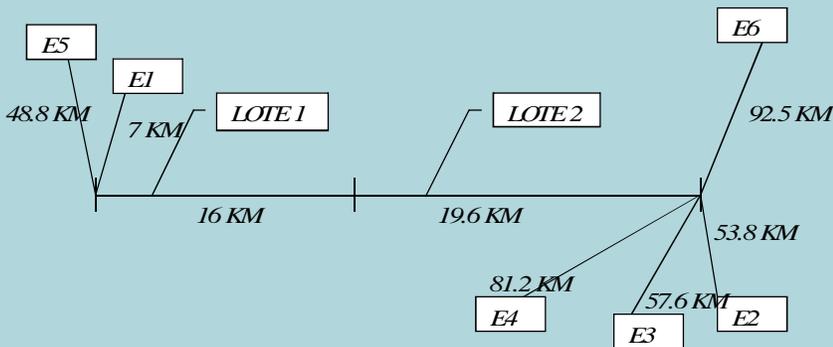


FIGURA 2 - Croqui dos Lotes e das Localizações das Empresas.

Pelo que foi levantado anteriormente, a escolha de uma pedra para a finalidade de fornecimento de brita para a construção de rodovias recairá naquela que oferecer menor preço aliado a baixo custo de transporte, lançando-se mão da utilização dos conceitos e aplicações da Pesquisa Operacional para se chegar a este resultado neste estudo. As aplicações de Pesquisa Operacional são voltadas para construir descrições ou modelos matemáticos, econômicos e estatísticos de problemas de decisão e controle para tratar situações de complexidade e incerteza; e analisar as relações que determinam as conseqüências futuras prováveis de decisões alternativas e idealizar medidas apropriadas de modo a avaliar o resultado relativo de cada uma destas ações.

Na pesquisa operacional faz-se a construção de um modelo que auxilia a compreensão das complexidades e possíveis incertezas que acompanham um problema de tomada de decisão, dentro de uma estrutura lógica passível de uma análise abrangente. A produtividade, minimização de custos e a transferência da informação na engenharia civil são temas imprescindíveis às discussões de melhoria dos processos junto à cadeia produtiva do setor. A inserção de meios eletrônicos, dados digitais e ferramentas computacionais nos diversos setores da engenharia civil tem propiciado agilidade nos procedimentos e processos desde a concepção dos projetos, o gerenciamento, tornando-se um elemento estratégico para as corporações (BETTS, 1999).

Com a utilização da informática houve uma contribuição no processo de projeto com a automatização de tarefas específicas. Estas automatizações tornavam as atividades já existentes do processo de projeto mais rápidas e eficientes, além de permitir um aumento do fluxo de informações a serem processadas. No começo essas ferramentas eram genéricas, como planilhas eletrônicas, sistemas

de banco de dados e editores de texto. Posteriormente foram utilizadas ferramentas especializadas para ajudar no desenvolvimento de desenhos, na elaboração de orçamentos, no gerenciamento de projetos e simulação de situações.

No caso específico de planejamento e otimização de transportes em geral, a elaboração de planos diretores específicos para o sistema de transportes tornou-se de destacada importância nessas últimas décadas. Segundo Oliva et al. (2001), nos anos 1980, os problemas de transportes e suas técnicas de planejamento sofreram uma revolução. Enquanto antigamente os planejadores pensavam empiricamente nos problemas de acessibilidade, dos elevados tempos médios de deslocamento e transbordo, dos congestionamentos, da poluição, dos acidentes, a partir dos anos 80, com o avanço e a disseminação das ferramentas computacionais, as estratégias de modelagem da demanda e oferta no sistema de transportes tornaram-se imprescindíveis no processo de tomada de decisão do planejamento deste sistema. Assim, a análise dos problemas de transportes passou a ser feita com um embasamento teórico, tentando prever demandas futuras por meio de modelos matemáticos, estatísticos, computacionais, comportamentais, etc., que buscam representar as decisões diárias dos usuários e determinar os valores das variáveis de nível de serviço que resultarão do equilíbrio entre a demanda e a oferta no sistema.

O uso de ferramentas computacionais pode auxiliar na coleta, armazenamento, análise e simulação de determinadas situações. Assim, o desenvolvimento e uso de ferramentas computacionais que facilitem o planejamento dos processos traduzem-se numa estratégia eficaz de gerenciamento dos recursos alocados nas atividades e obras. Assim, o artigo pretende evidenciar como a utilização de conceitos da programação linear e o uso do software LINDO podem ser aplicadas na engenharia rodoviária.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para fazer montagem do modelo e análise dos resultados, utilizaram-se neste trabalho conceitos da Pesquisa Operacional. Desde meados do século passado, a Pesquisa Operacional vem sendo desenvolvida com o objetivo de auxiliar na resolução de problemas de decisão, através de uma abordagem científica com aplicação em várias áreas, como economia, finanças, administração, engenharia, contabilidade etc. (DUCKWORTH, 1972). O objetivo principal da Pesquisa Operacional é determinar a melhor utilização de recursos limitados

procurando determinar a programação otimizada de atividades ou recursos, fornecendo um conjunto de procedimentos e métodos quantitativos para tratar de forma sistêmica problemas que envolvam a utilização de recursos escassos (SIQUEIRA, 2004).

Uma característica importante da Pesquisa Operacional e que facilita o processo de análise e de decisão é a utilização de modelos. Eles permitem a experimentação da solução proposta. Isto significa que uma decisão pode ser mais bem avaliada e testada antes de ser efetivamente implementada. A economia obtida e a experiência adquirida pela experimentação justificam a utilização da Pesquisa Operacional (LISBOA, 2002).

Uma das técnicas mais utilizadas na abordagem de problemas em Pesquisa Operacional é a programação linear. A simplicidade do modelo envolvido e a disponibilidade de uma técnica de solução programável em computador facilitam sua aplicação.

Felizmente, muitos dos problemas podem ser modelados através de equações lineares, mesmo que estas sejam aproximações. Ao modelar-se matematicamente um problema, em vários casos, assumem-se algumas hipóteses, como, por exemplo, a de que as variáveis se comportam linearmente. No entanto, esta simplificação geralmente não compromete os resultados, porque em modelos mais complexos há certa imprecisão na coleta dos dados, o que pode acarretar em diferenças até maiores que as diferenças originadas pela simplificação do modelo. Assim, dependendo das circunstâncias, modelos mais simples funcionam tão bem quanto os mais complexos (XAVIER, 2004).

As aplicações mais conhecidas são feitas em sistemas estruturados, como os de produção, finanças, controles de estoques, etc. É uma técnica da Pesquisa Operacional, denominação esta justificada porque se considera que as restrições e condições impostas aos problemas de que se trata são expressas em termos lineares, consistindo em dispor os dados de um problema cujas incógnitas guardem relações lineares, pede a forma de um sistema de equações e/ou inequações composto de uma equação chamada *objetivo* para qual se deseja obter um resultado máximo ou mínimo sujeito a restrições ou condicionamento constituído por várias equações ou inequações (AGOSTINI, 2003).

A aquisição da solução do problema através de um software exige como entrada de dados os coeficientes das variáveis da função objetivo e das restrições, podendo ser de tempo, produção, etc.

No caso deste artigo, tem-se a formulação de um problema de PL, sendo um problema de transporte com excesso de oferta (oferta maior que a demanda), que considera todas as soluções viáveis do problema, com os valores obtidos a partir de uma combinação das quantidades a serem obtidas, com base nas restrições apresentadas no modelo, tendo-se que a demanda é igual à oferta, buscando-se a alternativa que represente a melhor solução para a função objetivo. O processo é encerrado quando não é possível encontrar outra solução que venha incrementar o valor da função objetivo.

Primeiramente realizou-se um cálculo para verificar a demanda a ser atendida de brita, chegando-se num valor de 51.840 m³ de brita a ser fornecido ao Lote 1 e de 63.504 m³ de brita a ser fornecido ao Lote 2. Em seguida fez-se uma pesquisa a fim de definir o custo do fornecimento da brita de cada empresa, a distância de localização de cada empresa do centro de cada Lote e o custo de transporte, apresentados na Tabela 1 (sendo que o custo de transporte é de R\$ 0,11/m³/km).

TABELA 1 - Custos e distâncias das empresas

EMPRESA	Custo da Brita na Origem (R\$/m ³)	LOTE 1		LOTE 2	
		Distância média de Transporte (km)	CUSTO TOTAL (R\$/m ³) Brita + Transporte	Distância média de Transporte (km)	CUSTO TOTAL (R\$/m ³) Brita + Transporte
Empresa 1	22,00	15,00	23,650	32,80	25,608
Empresa 2	24,00	45,60	29,016	27,80	27,058
Empresa 3	21,50	49,40	26,934	31,60	24,976
Empresa 4	23,50	73,00	31,530	55,20	29,572
Empresa 5	25,00	56,80	31,248	74,60	33,206
Empresa 6	20,00	89,80	29,878	72,00	27,920

Quando da pesquisa do custo da brita, foram constatadas algumas restrições de produção, que são as seguintes:

- O máximo de produção de brita da Empresa 1 é de 20.000 m³, sendo que justamente por isso ela oferece o menor preço de venda (sua produção é pequena).
- O máximo de produção de brita da Empresa 2 é de 15.000 m³.
- A Empresa 3 só consegue atender uma demanda de brita de 50.000 m³.
- A Empresa 4 só consegue atender uma demanda de brita de 40.000 m³.
- O máximo de produção de brita da Empresa 5 é de 20.000 m³.
- A Empresa 6 consegue atender 30.000 m³ de brita.

Foi utilizado o software LINDO, na resolução dos modelos, de forma a obter o mais interessante para o problema, sendo que a solução de um problema de programação linear ocorre através da solução de equações lineares e do cálculo de uma função, denominada função-objetivo, que irá maximizar ou minimizar a utilização de determinado recurso, sendo que o software fornece, além da solução ótima, relatórios que permitem uma análise detalhada das restrições e condições de fornecimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A função da análise dos dados é minimizar o custo com brita. Pelos custos totais obtidos na Tabela 1, tem-se a seguinte função a ser minimizada (z) $\text{Min } 23.650V_{11} + 29.016V_{21} + 26.934V_{31} + 31.530V_{41} + 31.248V_{51} + 29.878V_{61} + 25.608V_{12} + 27.058V_{22} + 24.976V_{32} + 29.579V_{42} + 33.206V_{52} + 27.920V_{62}$.

Sendo V_{ij} o volume de brita fornecido pela empresa i para Lote j , ou seja, V_{11} é o volume de brita que a empresa 1 irá fornecer para o Lote 1 e o V_{12} o volume de brita que a empresa 1 irá fornecer para o Lote 2 e assim sucessivamente.

Montando-se a função objetivo e as restrições, tem-se a seguinte formulação:

$$\text{Min } 23.650V_{11} + 29.016V_{21} + 26.934V_{31} + 31.530V_{41} + 31.248V_{51} + 29.878V_{61} + 25.608V_{12} + 27.058V_{22} + 24.976V_{32} + 29.579V_{42} + 33.206V_{52} + 27.920V_{62}$$

(1)

Necessidade de brita de cada Lote:

Lote1) $V_{11} + V_{21} + V_{31} + V_{41} + V_{51} + V_{61} \geq 51840$! necessidade brita Lote 1

(2)

Lote2) $V_{12} + V_{22} + V_{32} + V_{42} + V_{52} + V_{62} \geq 63504$! necessidade brita Lote 2

(3)

Restrições de fornecimento das empresas:

Empr1) $V_{11} + V_{12} \leq 20000$

(4)

Empr2) $V_{21} + V_{22} \leq 15000$

(5)

Empr3) $V_{31} + V_{32} \leq 50000$

(6)

$$\text{Empr4) } V41 + V42 \leq 40000$$

(7)

$$\text{Empr5) } V51 + V52 \leq 40000$$

(8)

$$\text{Empr6) } V61 + V62 \leq 30000$$

(9)

Inseridas as equações no software, foram obtidos os relatórios demonstrados na Figura 3.

```

IESA-015 Método de Pesquisa Operacional
!Artigo
!
!Variáveis
!Vij - Volume de brita fornecido pela empresa i para Lote j
Min 23.650011 + 29.016021 + 26.934031 + 31.530041 + 31.248051 + 29.878061
+ 25.600012 + 27.050022 + 24.976032 + 29.579042 + 09.206052 + 27.920062
ST
!Necessidade de brita de cada Lote
Lote1) U11 + U21 + U31 + U41 + U51 + U61 >= 51840 ! necessidade brita Lote 1
Lote2) U12 + U22 + U32 + U42 + U52 + U62 >= 63504 ! necessidade brita Lote 2
!Restrições de fornecimento das empresas
Empr1) U11 + U12 <= 20000 ! Máxima produção empresa 1
Empr2) U21 + U22 <= 15000 ! Máxima produção empresa 2
Empr3) U31 + U32 <= 50000 ! Máxima produção empresa 3
Empr4) U41 + U42 <= 40000 ! Máxima produção empresa 4
Empr5) U51 + U52 <= 40000 ! Máxima produção empresa 5
Empr6) U61 + U62 <= 30000 ! Máxima produção empresa 6
End

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 7

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 3037688.

VARIABLE VALUE REDUCED COST ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
U11 20000.000000 0.000000 LOTE1) 0.000000 -31.247999
U21 1496.000000 0.000000 LOTE2) 0.000000 -29.289999
U31 0.000000 0.000000 EMPR1) 0.000000 7.597999
U41 0.000000 0.282001 EMPR2) 0.000000 2.231998
U51 344.000000 0.000000 EMPR3) 0.000000 4.313999
U61 30000.000000 0.000000 EMPR4) 40000.000000 0.000000
U12 0.000000 3.916000 EMPR5) 39656.000000 0.000000
U22 13504.000000 0.000000 EMPR6) 0.000000 1.369999
U32 50000.000000 0.000000
U42 0.000000 0.289001 ITERATIONS= 7
U52 0.000000 3.916002
U62 0.000000 0.000000

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE OBJ COEFFICIENT RANGES ALLOWABLE INCREASE ALLOWABLE DECREASE
U11 23.650000 3.916000 INFINITY
U21 29.016001 0.000000 0.000000
U31 26.934000 INFINITY 0.000000
U41 31.520001 INFINITY 0.282001
U51 31.247999 0.282001 1.369999
U61 29.878000 0.000000 INFINITY
U12 25.600000 INFINITY 3.916000
U22 27.050001 INFINITY 0.000000
U32 24.976000 0.000000 INFINITY
U42 29.579000 INFINITY 0.289001
U52 30.206001 INFINITY 3.916002
U62 27.920000 INFINITY 0.000000
    
```

o problema no software LINDO.

A partir destes dados, foi possível efetuar a análise dos resultados obtidos. O resumo dos resultados está apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 - Resumo dos resultados obtidos

EMPRESA	CUSTO TOTAL (R\$)		LOTE 1		LOTE 2		TOTAL GERAL	
	LOTE 1	LOTE 2	QUANT. (m ³)	CUSTO (R\$)	QUANT. (m ³)	CUSTO (R\$)	QUANT. (m ³)	CUSTO (R\$)
Empresa 1	23,650	25,608	20.000	473.000,00	-	-	20.000	473.000,00
Empresa 2	29,016	27,058	1.496	43.407,94	13.504	365.391,23	15.000	408.799,17
Empresa 3	26,934	24,976	-	-	50.000	1.248.800,00	50.000	1.248.800,00
Empresa 4	31,530	29,572	-	-	-	-	-	-
Empresa 5	31,248	33,206	344	10.749,31	-	-	344	10.749,31
Empresa 6	29,878	27,920	30.000	896.340,00	-	-	30.000	896.340,00
TOTAL			51.840	1.423.497,25	63.504	1.614.191,23	115.344	3.037.688,48

O Lote 1 de construção será atendido pela Empresa fornecedora E1 com 20.000 m³, pela Empresa E2 com 1.496 m³, pela Empresa E5 com 344 m³ e pela Empresa E6 com 30.000 m³, totalizando 51.840 m³. O Lote 2 de construção será atendido pela Empresa fornecedora E2 com 13.504 m³ e pela Empresa E3 com 50.000 m³, totalizando 63.504 m³.

Obtém-se um custo de R\$ 3.037.688,88; sendo R\$ 1.423.497,25 relativo ao Lote 1 e R\$ 1.614.191,23 com o Lote 2. No Lote 1 o custo foi de R\$ 473.000,00 relativo a compra da brita da Empresa 1, R\$ 43.407,94 da Empresa 2 e R\$ 896.340,00 da Empresa 6. No Lote 2 o custo foi de R\$ 365.391,23 relativo à compra da brita da Empresa 2 e R\$ 1.248.800,00 da Empresa 3. Cabe ressaltar que a empresa 1 e a empresa 6 forneceriam toda a sua produção ao Lote 1; e a Empresa 3 forneceria toda a sua produção ao Lote 2, sendo que isto se deve à busca de minimização de custo (menores valores).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método fornecido pela Programação Linear pode ser facilmente ajustado para uso em computadores, sendo possível a utilização de grande número de softwares existentes no mercado. Assim, se as idéias apresentadas pela Pesquisa Operacional forem aliadas ao método da Programação Linear, tem-se em conjunto experiência profissional e análise dos dados em uma ferramenta gerencial para a tomada de decisões, sendo que a Programação Linear fornece um método sistematizado para a solução completa do problema.

O emprego destes recursos computacionais possibilitou o atendimento da análise prática de uma situação de escolha de empresas e simulação de situação, conseguindo-se atingir o objetivo de fazer uma aplicação da programação linear (PL), juntamente com o software LINDO, evidenciando que os seus conceitos podem facilitar a tomada de decisões melhores, melhor coordenação e controle das atividades e melhores sistemas de gerenciamento, podendo ser aplicada a diversas áreas, inclusive na construção de rodovia.

A facilidade de uso deste recurso proporciona maior facilidade na simulação de várias hipóteses. Devido à sua interface gráfica, recursos de animação e a facilidade de modelagem de sistemas, o uso de programa LINDO se torna simples, mas o bom uso destes recursos depende da experiência do profissional que está analisando os dados, recomendando-se antes desenvolver habilidades de modelagem e análise de problemas decisórios com apoio de recursos computacionais. Através desta aplicação pode-se notar a complexidade e abrangência da simulação, sendo que este modelo apresentou simplificações.

Verifica-se que a construção de um modelo auxilia a compreensão das complexidades e possíveis incertezas que acompanham um problema de tomada de decisão, dentro de uma estrutura lógica passível de uma análise abrangente, no caso a escolha de uma empresa fornecedora de brita, devendo ser observado, no entanto, que modelos destinados à análise quantitativa, objeto maior da Pesquisa Operacional, não são suficientes por si só para a atividade gerencial, não prescindindo de análises qualitativas, sensibilidade e senso crítico do usuário, sendo esses problemas ainda dependentes de fatores como as fontes de dados, qualidade dos dados, metas e capacidades das pessoas afetadas pelas análises e resultados e outros aspectos. Portanto, apesar de estes modelos constituírem valiosos instrumentos de apoio, apresentam limitações inerentes que devem ser consideradas.

No caso do artigo, o que se obteve foram várias empresas para fornecimento de brita, resultado que poderia ser diferente se a empresa tivesse restrição de contratação, por exemplo, de apenas uma fornecedora, questões que devem ser levadas em consideração e analisadas. Por fim, cabe ressaltar que o modelo proposto pela Programação Linear é um subsídio e que outras considerações devem ser analisadas, como política da empresa e questões empresariais, sob pena de perder-se a segurança na qualidade das informações, principalmente em problemas reais, com muitas variáveis.

5. REFERÊNCIAS

AGOSTI, C. **Apostila da Disciplina de Pesquisa Operacional**. Xanxerê: Universidade do Oeste de Santa Catarina - Campus de Xanxerê/SC, 2003. 63p.

BETTS, M. **Strategic management of I.T. in construction**. London: Blackwell Science, 1999.

LISBOA, E. F. A. **Apostila da Disciplina de Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, 2002. 56 p. (Mimeo).

OLIVA, G. M.; CYBIS, H. B.; PRETTO, C. O. “Metodologia de redes neurais aplicada à previsão de produção de viagens”. **Anais do XV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte**. Campinas: ANPET, 2001, p. 283-290.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**. São Paulo: Pini, 1997. 746 p.

SIQUEIRA, A. C. A. **Utilização da programação linear e da teoria das restrições como ferramenta de apoio à tomada de decisões**. Disponível em: <<http://www.milenio.com.br/siqueira/Tr242.htm>>. Acesso em: 30. abr. 2004.

XAVIER, P. M. **A programação linear e a teoria das restrições**. São Paulo: FEA-USP. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/eac/graduacao/arquivos>>. Acesso em: 30. abr. 2004.

Unioeste
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
— www.unioeste.br —

REVISTA VARIA SCIENTIA

Versão eletrônica disponível na internet:

<http://e-revista.unioeste.br>

V A R I A
S C I E N T I A