

ESTUDO DE ENGENHARIA DE VALOR DO AEROPORTO REGIONAL DA ZONA DA MATA

Roger Gama Veloso
Marcos Augusto Jabôr

I. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar os resultados do primeiro *Estudo de Engenharia de Valor (EV)*, realizado pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais (DER/MG).

O trabalho consistiu na aplicação da metodologia de Engenharia de Valor no estudo do Projeto Básico do *Aeroporto Regional da Zona da Mata*. Trata-se de um empreendimento sob coordenação e gestão da Secretaria de Transportes e Obras Públicas do Estado de Minas Gerais (SETOP) e cuja elaboração do projeto básico foi delegada ao DER/MG.

O estudo foi realizado com base nas informações contidas no Projeto Básico, na fase em que a licitação para execução do empreendimento estava concluída e já havia sido definida a empresa vencedora.

O objetivo de tal estudo foi iniciar o processo de aplicação da metodologia de Engenharia de Valor no DER/MG, a fim de se promover a melhoria da gestão da qualidade dos empreendimentos, conforme proposto no documento *Gestão da Qualidade e seus Impactos na Conservação Rodoviária*¹.

Essa iniciativa, faz parte de um conjunto de ações que deverão ser levadas a cabo por ocasião da implantação do Programa Mineiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PMQP-H)², que tem como um dos seus objetivos (Art.2º – Inciso I):

“Promover a implantação da metodologia de Engenharia de Valor nos projetos de obras e serviços contratados no âmbito do Governo do Estado de Minas Gerais”

Dessa forma, esta ação representa, no âmbito do DER/MG, o início formal do cumprimento de um Programa de Governo de Estado.

Engº Roger Gama Veloso
Assessor Diretoria de Engenharia
Coordenador do Estudo de EV

Engº Marcos A. Jabôr
Assessor APC/DER-MG
Coordenador do Estudo de EV

¹ JABÔR, Marcos A., VELOSO, Roger G. e DI LORENZO, Maria Alice. *Gestão da Qualidade e seus Impactos na Conservação Rodoviária*. VI Encontro Nacional de Conservação Rodoviária – Salvador, Agosto 2001, 18p.

² O PMQP-H (Decreto 41.639 de 24/04/2001) foi criado no âmbito do Programa Mineiro de Qualidade e Produtividade – PMQP (Decretos 39.561/98 e 39.809/98), e equivale, no Governo de Minas Gerais, ao Programa Federal PBQP-H.

II. INTRODUÇÃO

Pode-se definir a Engenharia de Valor (EV), ou Análise de Valor (AV), como sendo:

“Um método estruturado que determina as funções essenciais de um projeto ou sistema, identificando nos projetos aqueles componentes que adicionam custos desnecessários ou desproporcionais, com o objetivo de reduzi-los ou mesmo suprimi-los, sem contudo, prejudicar a qualidade, confiabilidade, segurança e/ou vida útil do projeto analisado”

A Engenharia de Valor utiliza um procedimento que envolve uma filosofia, técnica e trabalho criativo de equipe, analisando conceitos e alternativas, planos, especificações e os procedimentos de operação e manutenção, com a finalidade de otimizar a utilização de recursos e as funções do produto final e baixar os custos totais de investimento.

2.1 A HISTÓRIA DA ENGENHARIA DE VALOR

O processo de EV não é novo. Ele começou na General Eletric (GE) durante a Segunda Guerra Mundial quando a escassez de materiais estratégicos forçaram a adoção de materiais e métodos alternativos para desempenho das funções requeridas. A GE descobriu que muitas das mudanças ocorridas durante a guerra resultaram em menores custos e melhores desempenhos dos produtos do que os projetos originais.

Entre 1947 e 1952, Larry Miles desenvolveu a técnica básica que hoje é conhecida com Engenharia de Valor. Ele concluiu que a análise das funções, e não os componentes ou materiais, era a chave para melhorar o valor dos produtos e gerenciar custos. Este conceito completamente novo tomou o lugar do tradicional processo de redução do custo, que geralmente resultava em redução da qualidade, do desempenho ou da satisfação do cliente.

Durante os anos 50, sob a direção de Larry Miles, a aplicação desta metodologia expandiu-se na GE e foi implantada em Agências Governamentais dos EUA, tais como, Marinha, Exército e Aeronáutica. No final dos anos 50, foi utilizada em indústrias americanas e, posteriormente, foi aplicada na Europa e Austrália. Nos anos 70, o Japão implantou e integrou a EV no modo de conduzir os seus negócios.

Atualmente, a EV é usada em todo o mundo como uma das mais versáteis e eficazes ferramentas para melhoria de produtos e serviços. Além disso, a EV é usada largamente por órgãos governamentais e, em muitos casos, sua aplicação para avaliação de investimentos é exigida por lei.

2.2 EXPERIÊNCIA BRASILEIRA

No Brasil existem experiências de sucesso como na PETROBRÁS. A primeira aplicação de Engenharia de Valor na PETROBRÁS foi em 1982, no empreendimento de Construção do Sistema de Coleta de Tratamento de Despejos Industriais da Refinaria de Duque de Caxias, Estado do Rio de Janeiro. O custo estimado do empreendimento antes da aplicação da metodologia de Engenharia de Valor era de US\$ 34,000,000 (trinta e quatro milhões de dólares). Após o estudo de EV, com as mudanças propostas no projeto original, o custo estimado do empreendimento caiu para US\$ 20,000,000 (vinte milhões de dólares), acarretando uma economia de US\$ 14,000,000 (quatorze milhões de dólares).

A partir de 1991, a PETROBRÁS criou o Programa de Otimização de Investimentos- PROTIN, onde a principal ferramenta utilizada é a Engenharia e Análise de Valor.

2.3 A APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE VALOR

Engenharia de Valor é um processo organizado que é efetivamente usado por uma grande faixa de empresas para adquirir melhorias contínuas em seus produtos, e por órgãos governamentais para melhor gerenciar seus investimentos. O sucesso da metodologia de Engenharia de Valor é proporcionado pela sua habilidade em identificar oportunidades para remover custos desnecessários dos produtos e serviços, assegurando a qualidade, confiabilidade, desempenho e outros fatores críticos encontrados ou que excedam as expectativas dos clientes.

As melhorias são o resultado de recomendações feitas por equipes multidisciplinares sob a coordenação de um facilitador especialista em EV. As equipes multidisciplinares podem ser formadas por pessoas que estiveram envolvidas na concepção e desenvolvimento do projeto, consultores especialistas que não participaram da elaboração do projeto, ou a combinação de ambos.

Há dois aspectos essenciais para a aplicação da Engenharia de Valor:

- ✓ Aplicar o método de análise de funções; e
- ✓ Seguir os passos organizados no *Plano de Trabalho* na seqüência apropriada.

Esses fatores diferenciam a Engenharia de Valor de outras metodologias analíticas ou de solução de problemas.

A metodologia de Engenharia de Valor pode ser aplicada a produtos, processos de manufatura, procedimentos administrativos e projetos de construção. O processo de Engenharia de Valor é aplicado basicamente do mesmo modo para cada tipo de estudo. Porém, há algumas diferenças na maneira como preparar os vários tipos de estudo e como algumas das técnicas de EV são aplicadas.

Nos estudos de EV, a equipe realiza uma segunda visão do projeto, sob a ótica da análise de funções, a fim de melhorar a situação atual. Nesses estudos, a equipe analisa um projeto antes de recursos significativos terem sido gastos, a fim de minimizar o custo das mudanças.

Portanto, seu objetivo final é:

“Estabelecer um equilíbrio de rendimento, qualidade e funcionalidade do projeto, ao mais baixo custo de construção, operação e manutenção”

2.4 CONCEITO DE VALOR

O objetivo de qualquer Engenharia de Valor é melhorar o *Valor* do que está sendo estudado. Muito freqüentemente, decisões são baseadas em apenas um critério, como o custo ou qualidade. Porém, esta abordagem não proporciona a solução ótima, uma vez que um produto pode ter uma excelente qualidade e não possuir um preço acessível de mercado; ou mesmo, o produto pode ser muito barato e não satisfazer as exigências do cliente.

$$VALOR = \underline{DESEMPENHO}$$

CUSTO

Então, o que se busca na EV é a maximização da relação entre desempenho (qualidade) e custo, que é por definição o conceito de *Valor*.

III. PLANO DE TRABALHO

No trabalho de Engenharia de Valor há um procedimento que deve ser seguido para se obter resultados significativos. Este procedimento é fundamental para o sucesso da EV e é organizado em oito fases que formam o Plano de Trabalho, a saber:

```
graph TD; A[PREPARAÇÃO] --> B[INFORMAÇÃO]; B --> C[ANÁLISE DE FUNÇÕES]; C --> D[CRIAÇÃO]; D --> E[AVALIAÇÃO]; E --> F[DESENVOLVIMENTO]; F --> G[APRESENTAÇÃO]; G --> H[IMPLEMENTAÇÃO];
```

PREPARAÇÃO
INFORMAÇÃO
ANÁLISE DE FUNÇÕES
CRIAÇÃO
AVALIAÇÃO
DESENVOLVIMENTO
APRESENTAÇÃO
IMPLEMENTAÇÃO

3.1 PREPARAÇÃO

A preparação das informações é a chave de qualquer estudo. Através da coleta de dados referentes ao projeto, são reunidas as informações básicas à compreensão do projeto pela equipe. As informações consideradas básicas dependem de cada tipo de estudo e são repassadas na fase de informação, através de reuniões com a equipe antes do início do próprio estudo.

Ressalta-se que, em todos os estudos, as necessidades e exigências dos clientes devem ser bem entendidas, metas específicas definidas e os custos gerais reunidos e organizados. Além disso, os membros da equipe poderão concordar ou não sobre o propósito deste estudo.

A fim de se garantir eficácia ao estudo de EV, uma importante ferramenta é utilizada nesta fase: trata-se da elaboração de um *Modelo de Custos* (Fig.1) obtido através da aplicação da técnica de *Análise de Pareto*.

No quadro da Figura 1, pode-se observar que os serviços que compõem o empreendimento foram agrupados em grandes itens e ordenados em ordem decrescente de seus respectivos custos.

A critério da equipe, optou-se por não incluir na análise de valor os itens relativos ao *Terminal de Passageiros*, pois além de pouco representativos em relação ao custo de implantação do

empreendimento (14,23%), esses itens são formados por muitos serviços de pequeno valor individual.

Através da aplicação da técnica de *Análise de Pareto*, verificou-se que os itens de *Terraplenagem, Pavimentação, Drenagem e Serviços de Proteção ao Meio Ambiente* representam juntos 82,86% do custo de implantação do empreendimento (ver gráfico da Fig. 1). Assim, a equipe de EV concentrou seus esforços na análise de valor das funções desses grandes itens.

MODELO DE CUSTOS		Página 9/109		
Aeroporto Regional da Zona da Mata		DER/MG		
CUSTO RESUMO				
Item	Custo (R\$)	Percentagem		
		Ref. Sub-Total	Ref. Total	Selecionado
Aeroporto				
Terraplenagem	13.259.427,14	54,39%	40,90%	40,90%
Pavimentação	6.649.085,40	27,28%	20,51%	20,51%
Drenagem	3.074.964,34	12,61%	9,49%	9,49%
Serviços de Proteção ao Meio Ambiente	910.567,18	3,74%	2,81%	2,81%
Obras Complementares	229.035,90	0,94%	0,71%	-
Detalhamento Projeto Executivo	200.000,00	0,82%	0,62%	-
Sinalização	54.183,22	0,22%	0,17%	-
Subtotal	24.377.263,18	100%	75,20%	73,71%
Variante				
Terraplenagem	1.316.843,52	38,41%	4,06%	4,06%
Drenagem / Fundação	1.005.372,71	29,32%	3,10%	3,10%
Pavimentação	519.050,81	15,14%	1,60%	1,60%
Obras de Arte Especiais	293.444,47	8,56%	0,91%	-
Serviços de Proteção ao Meio Ambiente	125.497,40	3,66%	0,39%	0,39%
Sinalização e dispositivos de segurança	71.464,77	2,08%	0,22%	-
Obras Complementares	59.687,54	1,74%	0,18%	-
Detalhamento Projeto Executivo	37.400,00	1,09%	0,12%	-
Subtotal	3.428.761,22	100,00%	10,58%	9,15%
Terminal de Passageiros				
Arquitetura e Elementos de Urbanismo	2.058.828,56	44,64%	6,35%	-
Instalações Elétricas e Eletrônicas	1.163.634,32	25,23%	3,59%	-
Fundações e Estruturas	702.019,21	15,22%	2,17%	-
Instalações Hidráulicas e Sanitárias	399.840,25	8,67%	1,23%	-
Instal. de Prevenção e Comb. Incêndio	160.981,46	3,49%	0,50%	-
Serviços Complementares	100.000,00	2,17%	0,31%	-
Serviços Preliminares	26.545,74	0,58%	0,08%	-
Subtotal	4.611.849,54	100,00%	14,23%	0,00%
TOTAL	32.417.873,94	100,00%	100,00%	82,86%

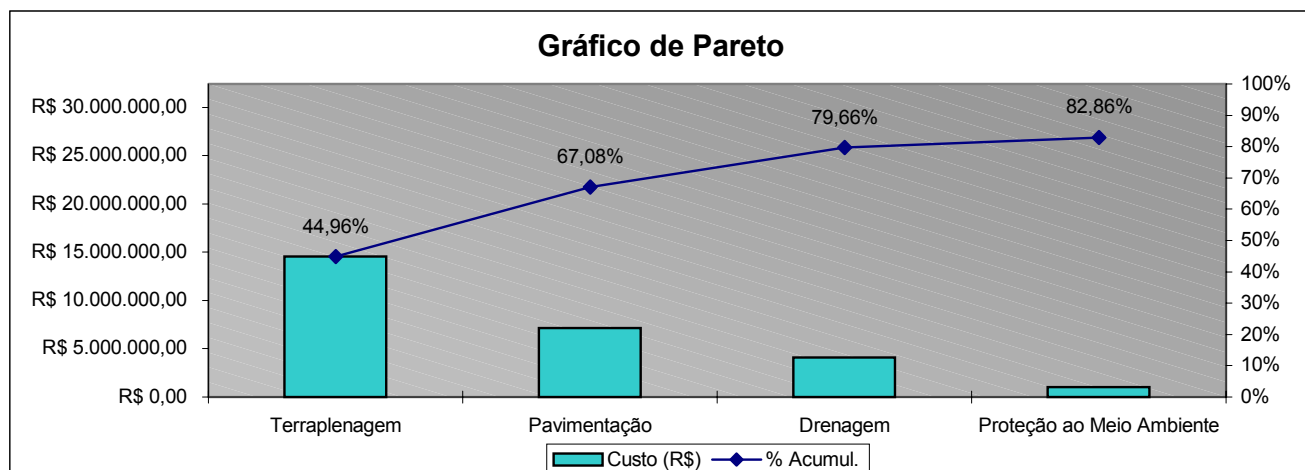


Figura 1

3.2 INFORMAÇÃO

Nessa fase, a informação reunida anterior ao estudo, na fase de preparação, é revista e discutida pelo grupo.

O projetista chefe ou coordenador apresenta o projeto para o grupo e responde às questões da equipe. Além disso, o *Modelo de Custos* é revisto e os itens de alto custo são anotados.

Prevê-se ainda, uma visita a obra para melhorar a compreensão do escopo do projeto, bem como reunir informações ou proporcionar percepções pela própria equipe que porventura não tenham sido levantadas.

A fim de consubstanciar as informações do empreendimento, são preenchidos os formulários de *Identificação do Estudo e Informação do Projeto* (Fig. 2 e 3, respectivamente), onde são destacadas pela equipe informações, tais como:

- ✓ Localização do empreendimento, dados de controle do estudo, membros da equipe, custos de implantação, fontes de financiamento, etc;
- ✓ Informações preliminares descritas no plano funcional e nos estudos de meio ambiente, relatadas pelos projetistas ou obtidas através da visita ao local do empreendimento;
- ✓ Informações tomadas como restrições ou paradigmas, as quais devem ser objeto de atenção especial por parte da equipe para verificação de consistência de fundamentação;
- ✓ Outras informações consideradas importantes de serem destacadas.

As informações específicas do projeto do *Aeroporto Regional da Zona da Mata* foram descritas nos próprios formulários do estudo realizado (ver Fig. 2 e 3).

3.3 ANÁLISE DE FUNÇÕES

A análise de funções é o coração da metodologia de valor. Substitui o foco da solução do problema para longe dos problemas, ou seja, para as funções.

Dessa forma, a análise das funções permite que especialistas qualificados desenvolvam novas perspectivas sobre os itens, com os quais eles estão intimamente familiarizados.

O objetivo básico da análise de funções é identificar as funções que não estão proporcionando bom valor e necessitam de melhoria.

Para isto, é necessário seguir os seguintes passos:

- ✓ Definir as funções ocorridas no projeto e separar os tipos de função por categorias;
- ✓ Organizar as funções através da *Técnica Sistemática de Análise de Funções* (diagrama FAST);
- ✓ Desenvolver o relacionamento custo/ função, calculando-se os custos para as respectivas funções.

Em um projeto típico, destacam-se 3 ou 4 funções que irão requerer melhorias, necessidade que surge da análise da relação custo/função ou através da identificação da(s) função(es) como a raiz do problema de qualidade, confiança, eficiência ou outro problema.

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO Aeroporto Regional da Zona da Mata				DER/MG		
LOCALIZAÇÃO DO PROJETO Municípios de Goianá e Rio Novo / Região da Zona da Mata / MG				PERÍODO DO ESTUDO 12/07 a 20/07/2001		
RODOVIA MG-353	KM 40,0 ao 45,0	TRECHO Variante do Aeroporto	CRG 30 ^a	DADOS DE CONTROLE	TE PJ	NE 001
MEMBROS DA EQUIPE DE EV						
NOME	CARGO	ORGANIZAÇÃO	FONE / E-MAIL			
Roger Gama Veloso	Assessor / DE	DER/MG	(31)	3235-1309		
			rogerveloso@yahoo.com.br			
Mauro Silveira de Barros	Chefe da ASI	DER/MG	(31)	3334-3524		
			edumb@net.em.com.br			
Carlos Eduardo S. A. Filho	Assessor / DE	DER/MG	(31)	3235-1158		
			csaf@hotmail.com			
Francisco Alberto M. Cardoso	Assessor / DE	DER/MG	(31)	3235-1309		
			frc@fiemg.com.br			
Elias Costa Rezende	Assessor / DC	DER/MG	(31)	3235-1293		
			eliasrezende@zipmail.com.br			
Sérgio Penido de Oliveira	Assessor / DE	DER/MG	(31)	3227-8962		
			sergiopenido@hotmail.com			
T. Elizabeth C. Pessoa	Chefe de Treinamento	DER/MG	(31)	3223-5187		
			dersst@mg.gov.br			
Marcos A. Jabor	Assessor / APC	DER/MG	(31)	32351390		
			marcosjabor@hotmail.com			
DESCRIÇÃO DO PROJETO						

EXTENSÃO Pista do Aeroporto – 2500m x 60m Variante da Rodovia MG-353 – 4500m	CUSTOS Orçamento DER/MG = R\$41,1 Milhões Proposta Vencedora = R\$32,4 Milhões	TIPO DE FINANCIAMENTO Tesouro Estadual
FASE DO PROJETO: Projeto Básico		
PRINCIPAIS ELEMENTOS DO PROJETO 1) Implantação e pavimentação do Aeroporto, incluindo terminal de passageiros, terminal de cargas, hangares, pátios de estacionamento e vias de serviço internas, de acesso e de operação; 2) Variante da MG-353 e Acesso ao Aeroporto		
VELOCIDADE DIRETRIZ 110Km/h – veículos leves 90 Km/h – caminhões e ônibus	TRÁFEGO PROJETADO (VMD) 2505 no 10º ano de projeto	INÍCIO PREVISTO DE CONSTRUÇÃO Agosto de 2001
CONDIÇÕES DA RODOVIA		
SEGMENTOS ADJACENTES Rodovia MG-133	RODOVIA PRINCIPAL Rodovia MG-353	

Figura 2

<i>INFORMAÇÃO DO PROJETO</i> Aeroporto Regional da Zona da Mata		DER/MG
MEMBRO DA EQUIPE: Sérgio Penido de Oliveira		DATA: 16/07/2001
INFORMAÇÕES PRELIMINARES DO PROJETO: A construção do Aeroporto irá possibilitar a implantação de uma estrutura aeroportuária para o desenvolvimento de atividades comerciais a nível internacional na região da Zona da Mata. Esta estrutura irá atender principalmente ao transporte de insumos de alto valor agregado para as indústrias da região, favorecendo o desenvolvimento econômico regional e a implantação de uma estação aduaneira. 		

VISITA AO LOCAL:

Não houve visita ao local dos integrantes da equipe para fins específicos de Estudo de Engenharia de Valor. Algumas informações sobre o empreendimento e região de implantação foram repassadas por membros da equipe que já estiveram no local durante os estudos para elaboração do projeto básico.

.....

.....

.....

.....

RESTRIÇÕES DO PROJETO:

- ◆ O Projeto Básico do Aeroporto já contemplou uma definição do sítio aeroportuário e do tipo / classe do empreendimento a ser realizado;
- ◆ Parte do sítio aeroportuário situa-se em região de várzea do Rio Novo, apresentando ocorrências de solos com baixa capacidade de suporte (solos moles);
- ◆ Prevê-se um alto investimento no sistema rodoviário de acesso, já que o sítio situa-se a aproximadamente 40 km da cidade de Juiz de Fora, que é o pólo industrial de maior importância regional.

PARADIGMAS:

- ◆ As diretrizes técnicas da Aeronáutica com relação à implantação do Aeroporto foram seguidas praticamente sem restrições, consistindo-se em forte paradigma para estudo de alternativas e mudanças das características físicas, técnicas e operacionais;
- Há um entendimento de que o aeroporto atual situado em Juiz de Fora não atende à demanda existente, devido às condições climáticas não favoráveis que obrigam a freqüentes cancelamentos de vôos e comprimento da pista insuficiente para pouso e decolagens de aviões de carga de maior porte. Assim, o novo aeroporto iria suprir as deficiências do primeiro, além de promover o desenvolvimento econômico da região;

Figura 3

3.4 CRIAÇÃO

Na fase de criação do plano de trabalho, a seção criativa é conduzida para cada função identificada que necessita de melhorias durante a fase de análise de funções. Isso é feito através de *brainstormings* em grupo e individual, estimulando o pensamento criativo dos membros da equipe.

Durante estas sessões de criação, qualquer idéia que possa ser associada com aquela função é anotada, a fim de ser avaliada posteriormente. Mais do que a qualidade das idéias, a quantidade é o objetivo principal.

A chave para a criatividade é a separação do lado criativo dos elementos de julgamento da mente, permitindo-se alcançar uma livre associação de idéias e uma grande quantidade de idéias.

No presente estudo, foram geradas cerca de 120 idéias, as quais foram consubstanciadas em 86 alternativas, pois muitas delas puderam ser agrupadas devido à semelhança de idéias.

3.5 AVALIAÇÃO

O objetivo da fase de avaliação é a redução da enorme quantidade de idéias para poucas de alta qualidade.

Primeiramente, é necessário que a equipe identifique os critérios de valor do projeto, bem como seu peso na análise global do desempenho do projeto. Para isto, é elaborada uma matriz de critério de desempenho (Fig. 4) relacionando-se os itens que a equipe considera importantes para avaliação do empreendimento, com a definição clara e objetiva dos respectivos critérios.

Logo depois, os critérios são comparados em pares a fim de se definir na matriz qual o mais importante quando confrontados. Através da análise da frequência relativa do resultado das comparações, estabelece-se o percentual de importância do critério específico na matriz e, conseqüentemente, seu peso na avaliação do desempenho global do empreendimento.

Conforme pode ser visto na Figura 4, a Segurança foi o critério considerado de maior importância relativa na matriz (25%), enquanto que Facilidade de Construção não apresentou importância na matriz (0%), sendo portanto eliminado da matriz final de critério de desempenho.

No processo de avaliação, identificam-se as maiores vantagens e desvantagens de cada idéia e como isto causaria impacto a este critério. Então o grupo classifica as idéias em uma escala de 1 a 10. As idéias que forem mais bem classificadas passarão para o próximo degrau e serão desenvolvidas posteriormente.

Na Figura 5, são apresentadas as idéias que foram selecionadas para desenvolvimento.

3.6 DESENVOLVIMENTO

O objetivo desta fase é desenvolver as alternativas identificadas durante a fase de avaliação, dentro de recomendações específicas que tenham sido validadas tecnicamente. O impacto de cada recomendação é também quantificado com a acurácia possível.

Alguns trabalhos são realizados individualmente pelos membros da equipe e alguns por todo o grupo. A documentação completa de uma recomendação, inclui uma descrição, esboços, cálculos e uma comparação do custo inicial e custo total durante a vida útil.

MATRIZ DE CRITÉRIO DE DESEMPENHO									DER/MG	
<i>Aeroporto Regional da Zona da Mata</i>										
									TOTAL	%
Segurança	A	A	A	A	A	A	A	A	7	25,0%
Acessibilidade	B	B/C	D	E	B/F	G	B		2	7,1%
Potencial de Utilização	C	C/D	E	C	C/G	C			3,5	12,5%
Operação / Manutenção	D	D	D	D	D	D			5,5	19,6%
Meio Ambiente	E	E	E/G	E					4,5	16,1%
Conforto	F	G	F						1,5	5,4%
Impacto Sócio-Econômico	G	G							4	14,3%
Facilidade de Construção	H								0	0,0%
									28	100,0%

A

Mais importância

A/B

Igual importância

Segurança	Segurança física, técnica e operacional para tráfego aéreo e rodoviário.
Acessibilidade	Facilidade de alcançar o Aeroporto com segurança no menor tempo possível.
Potencial de Utilização	Potencial de utilização do empreendimento.
Operação / Manutenção	Facilidade de execução das atividades para o funcionamento do empreendimento.
Meio Ambiente	Grau de impacto ambiental gerado.
Conforto	Condições da infra-estrutura para oferta de serviços adequados ao usuário.
Impacto Sócio-Econômico	Grau de impacto sócio-econômico gerado, atraído e desviado pelo empreendimento.
Facilidade de Construção	Condições de uso do solo e disponibilidade de materiais, serviços e tecnologia para execução

Figura 4

QUADRO RESUMO DE TAXA DE DESEMPENHO <i>Aeroporto Regional da Zona da Mata</i>					DER/MG	
<i>Overall Performance</i>	Desempenho Total (D)	Custo Total (C)	Índice Valor (D/C)	% Melhoria de Valor	Economia	
Critério					Valor R\$	Porcentagem %
Não Construir: manter as condições existentes	615					
Original	768	R\$ 43.995.959,10	17,46			
Alternativas que melhoram desempenho e diminuem custos						
ED-01 (Adotar conceito de frequência estatística de utilização...)	793	R\$ 43.074.902,42	18,41	5,46%	-R\$ 921.056,68	-2,09%
PA-07 (Revestimento Vegetal através de plantio direto mecanizado)	784	R\$ 43.510.655,10	18,02	3,22%	-R\$ 485.304,00	-1,10%
ED-21 (Utilizar solo brita na camada de base do Aeroporto)	788	R\$ 43.634.037,76	18,06	3,46%	-R\$ 361.921,34	-0,82%
CA-06 (Substituição do Meio Fio Padrão por Especial)	768	R\$ 43.885.539,63	17,50	0,25%	-R\$ 110.419,47	-0,25%
CA-12 (Executar valetões laterais para eliminação de bueiros)	788	R\$ 43.910.885,25	17,95	2,80%	-R\$ 85.073,85	-0,19%
Alternativas que melhoram desempenho mas acrescentam custos						
GA-05 (Usar CBUQ em substituição ao TSD na Variante do Aeroporto)	793	R\$ 44.064.488,37	18,00	3,09%	R\$ 68.529,27	0,16%
CS-24 (Aumentar largura do acostamento da Variante de 1,00m p/ 2,00m)	841	R\$ 44.563.034,75	18,87	8,11%	R\$ 567.075,65	1,29%
Alternativas com restrições para implementação						
CS-17 (Manter acesso pela pista existente)	820	R\$ 42.826.157,66	19,15	9,69%	-R\$ 1.169.801,44	-2,66%
PA-10 (Executar bueiros Rib-Loc)	768	R\$ 43.807.414,19	17,53	0,43%	-R\$ 188.544,91	-0,43%
Alternativa considerada inviável economicamente						
ED-08 (Remoção do solo mole sob a área a pavimentar do Aeroporto)	777	R\$ 45.604.529,24	17,04	-2,40%	R\$ 1.608.570,14	3,66%
Blocos de Alternativas						
Bloco 1 (ED-01 + PA-07 + ED-21 + CA-06 + CA-12)	829	R\$ 42.032.183,76	19,72	12,99%	-R\$ 1.963.775,34	-4,46%
Bloco 2 (ED-01 + PA-07 + ED-21 + CA-06 + CA-12 + GA-05)	834	R\$ 42.100.713,03	19,81	13,48%	-R\$ 1.895.246,07	-4,31%
Bloco 3 (ED-01 + PA-07 + ED-21 + CA-06 + CA-12 + CS-24)	859	R\$ 42.599.259,41	20,16	15,52%	-R\$ 1.396.699,69	-3,17%
Bloco 4 (ED-01 + PA-07 + ED-21 + CA-06 + CA-12 + CS-17)	865	R\$ 40.862.382,32	21,17	21,27%	-R\$ 3.133.576,78	-7,12%

Figura 5

3.7 APRESENTAÇÃO

O relatório final contendo as recomendações do grupo e a apresentação para o grupo de coordenação conclui o estudo de Engenharia e Análise de Valores. O objetivo é receber aprovação gerencial dos tomadores de decisão.

Para tal, o grupo elabora e encaminha o relatório para a coordenação antes da apresentação. O estudo de Engenharia de Valor é completado uma vez que uma decisão é tomada sobre as recomendações apresentadas.

3.8 IMPLEMENTAÇÃO E AUDITORIA

A atividade de implementação e auditoria é vital para a Engenharia de Valor. Através do acompanhamento da implementação dos projetos e auditoria dos resultados é que se mede a eficácia dos esforços da Engenharia de Valor.

Assim, nas reuniões de tomada de decisões com chefes de projetos ou projetistas líderes, cada recomendação é revista, aceita, rejeitada ou encaminhada para estudos posteriores mais aprofundados.

IV. CONCLUSÃO

Os estudos mostraram que apesar do projeto encontrar-se em fase de concepção já bastante adiantada, tendo em vista a existência de um projeto básico bem detalhado, ainda assim foi possível criar alternativas que possibilitaram a melhoria de *Valor* do empreendimento.

Através da análise de Quadro Resumo de Taxa de Desempenho (Figura 5), pode-se concluir que:

- ♦ O Bloco 1, formado pelas alternativas que melhoram valor e diminuem custos simultaneamente, apresentou uma melhoria de valor conjunta de 12,99% e economia de R\$1.963.775,34 (4,46%). Este bloco é formado por alternativas muito viáveis do ponto de vista econômico e de facilidade de implementação;
- ♦ O Bloco 2, foi formado pelas alternativas do Bloco 1 acrescido da GA-05, apresentando uma melhoria de valor conjunta de 13,48% e economia de R\$1.895.246,07 (4,31%). Este bloco, apesar de proporcionar uma economia pouco menor em relação ao Bloco 1, apresentou maior índice de valor. Portanto, é um bloco mais recomendado para implementação em relação ao anterior;
- ♦ O Bloco 3, formado pelas alternativas do Bloco 1 acrescido da CS-24, apresentou uma melhoria de valor conjunta de 15,52% e economia de R\$1.396.699,69 (3,17%). Este bloco proporcionou uma economia substancialmente menor em relação ao Bloco 1, porém com maior índice de valor. Se o fator economia for considerado preponderante pelos gestores do empreendimento, este bloco seria menos recomendado do que o Bloco 1, apesar de sua melhoria de valor significativa;
- ♦ O Bloco 4 foi formado pelas alternativas do Bloco 1 acrescido da CS-17, apresentando o melhor resultado conjunto em relação aos demais – melhoria de valor de 21,27% e economia de R\$3.133.576,78 (7,12%). Porém, apresenta como desvantagem o prazo exíguo para estudo de implantação da alternativa CS-17, tendo em vista a data prevista para início das obras (16/08/01) e a necessidade de aprovação por parte do IAC sobre sua viabilidade técnico-operacional. Portanto, recomenda-se a análise desse bloco por parte dos gestores do empreendimento, a fim de que seja determinada a viabilidade de sua implantação;

Na *Fase de Criação* foram geradas cerca de 120 idéias, as quais foram consubstanciadas em 86 alternativas. Durante a *Fase de Avaliação*, todas elas foram rankeadas e, posteriormente, selecionadas 10 alternativas para serem desenvolvidas, consideradas preliminarmente pela equipe como sendo as mais viáveis tecnicamente para implantação.

Todavia, recomenda-se ainda que as demais alternativas que não foram selecionadas para desenvolvimento, sejam alvo de análise por parte dos projetistas na fase de detalhamento do projeto executivo, a fim de subsidiá-los com idéias e possíveis soluções que não foram contempladas no desenvolvimento das alternativas.

Finalmente, salienta-se que o presente estudo não teve a pretensão de constituir-se em análise definitiva do empreendimento estudado, e sim uma forma sistemática de analisá-lo considerando a ótica do seu desempenho/custo (valor). Como qualquer análise, não está livre de considerações errôneas. Todavia, pode-se afirmar que seguramente é menos

subjetivo e restrito que o critério de menor custo que na maioria das vezes pauta as decisões dos gestores de investimentos.

“Não se pode fazer melhor, fazendo-se sempre da mesma maneira.”

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANALISIS VALORATIVO – MANUAL DEL PARTICIPANTE. Federal Highway Administration (FHWA). 76p, 1998 (*mimeo*).

BARROS, Mauro Silveira de et al. *Sistema de Orçamentos Estimativos de Obras Rodoviárias*. Monografia do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Rodoviária. Convênio PUC-MG/DER-MG, 1997.

JABÔR, Marcos A., VELOSO, Roger G. e DI LORENZO, Maria Alice. *Gestão da Qualidade e seus Impactos na Conservação Rodoviária*. VI Encontro Nacional de Conservação Rodoviária – Salvador, Agosto 2001, 18p.

VALUE ANALYSIS CONCEPTS MANUAL. State of California Department of Transportation (CALTRANS), 2000 (*mimeo*).

VALUE ANALYSIS TEAM GUIDE. State of California Department of Transportation (CALTRANS), 2000 (*mimeo*).

WWW.CNT.ORG.BR. *Pesquisa Rodoviária*, CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE - CNT - 2000.