



CBTU

**ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E
ARQUITETOS DE METRÔ - AEAMESP**

**COMPANHIA BRASILEIRA
DE TRENS URBANOS**

**Investimentos em Sistemas
Metroferroviários utilizando
Engenharia e Análise do Valor**

Márcio Cazelli

Marcus Vinícius Quintella Cury

São Paulo, 26 de Agosto de 2009



AEAMESP

15ª Semana de
Tecnologia
Metroferroviária
2009

Engenharia e Análise do Valor

- “É um método para solucionar problemas através do uso de um conjunto específico de técnicas, um corpo de conhecimento e um grupo de pessoas especializadas. É um enfoque criativo e organizado que tem como propósito a identificação e remoção de custos desnecessários”. (Lawrence D. Miles)
- “É um processo sistemático de análise de um produto, **projeto**, sistema ou serviço sob a ótica das funções a que se destina, de maneira a estimular a busca de alternativas que cumpram estas funções com **menores custos de investimento e operação**”. (SAVE)

Engenharia de Valor - Propósitos

Engenharia de Valor

- Um processo sistemático, usando uma equipe multidisciplinar para
 - ➔ Identificar e analisar funções
 - ➔ Utilizar a criatividade e a sinergia de uma equipe
 - ➔ Estabelecer um ótimo entre o desempenho e recursos para as funções
- Aprimorar produtos, processos ou projetos durante o ciclo de vida útil.

Ferramenta eficaz para, sistematicamente, analisar e promover eficiência em qualquer investimento.

“Valor” = Desempenho / Custo Real



AEAMESP

15ª Semana de
Tecnologia
Metroferroviária
2009

Engenharia de Valor - Propósitos

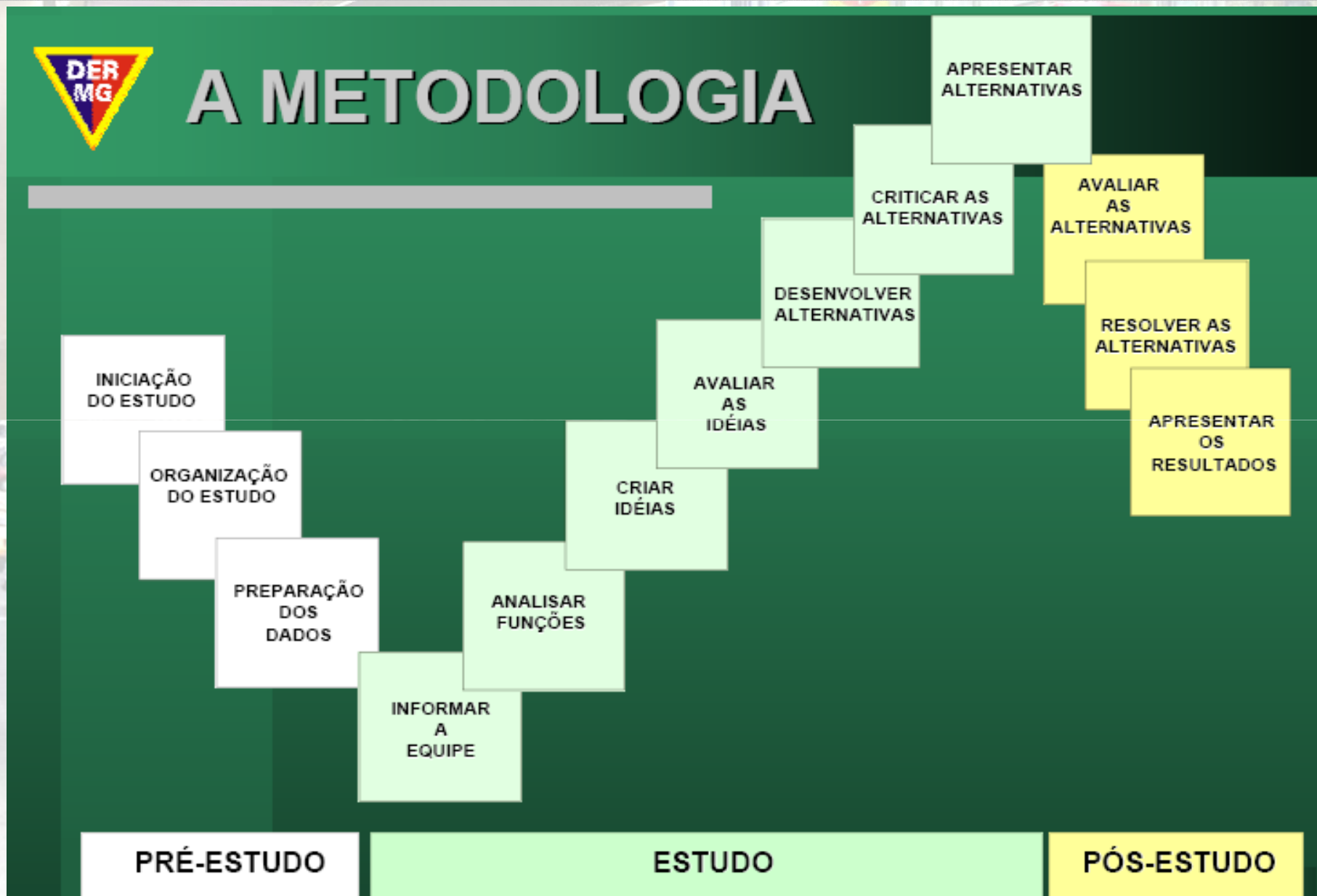
**Engenharia
de Valor
Não é:**

- **UMA REVISÃO DO PROJETO**
 - ➔ Não tem o propósito de corrigir omissões do projeto e nem de revisar cálculos feitos pelo autor do projeto.

- **UM PROCESSO DE REDUÇÃO DE CUSTOS**
 - ➔ Não corta custos sacrificando qualidades necessárias, confiabilidade ou desempenho.

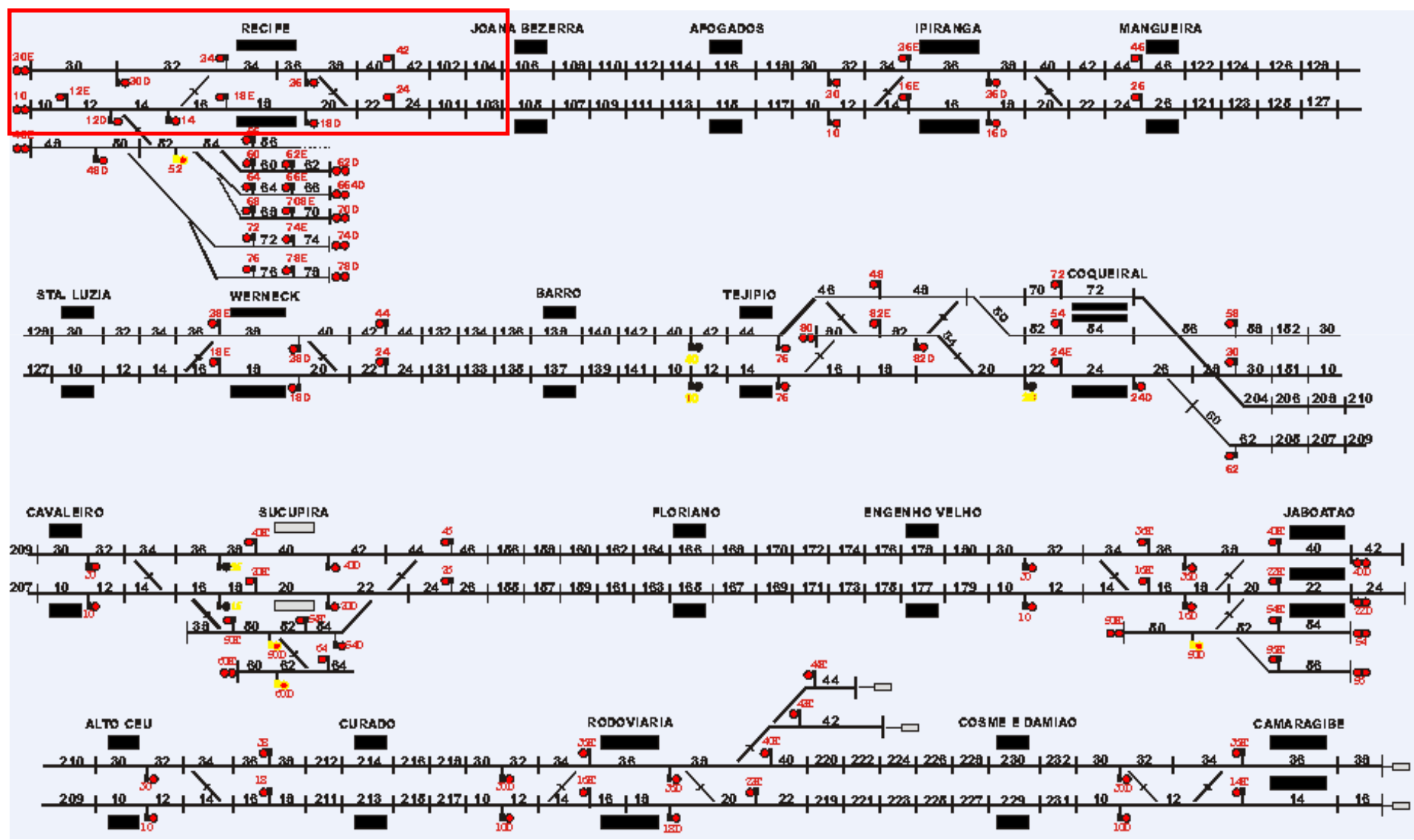
- **ROTINEIRAMENTE FEITA EM TODOS OS PROJETOS**
 - ➔ Não é parte da elaboração normal de um projeto, mas uma análise formal das funções e custo.

O PLANO DE TRABALHO DO CALTRANS



Fonte: Programa de Engenharia e Análise do Valor – DER / MG

Plano das Vias Sinalizadas Linha Centro



RECIFE – Nova Configuração das Vias



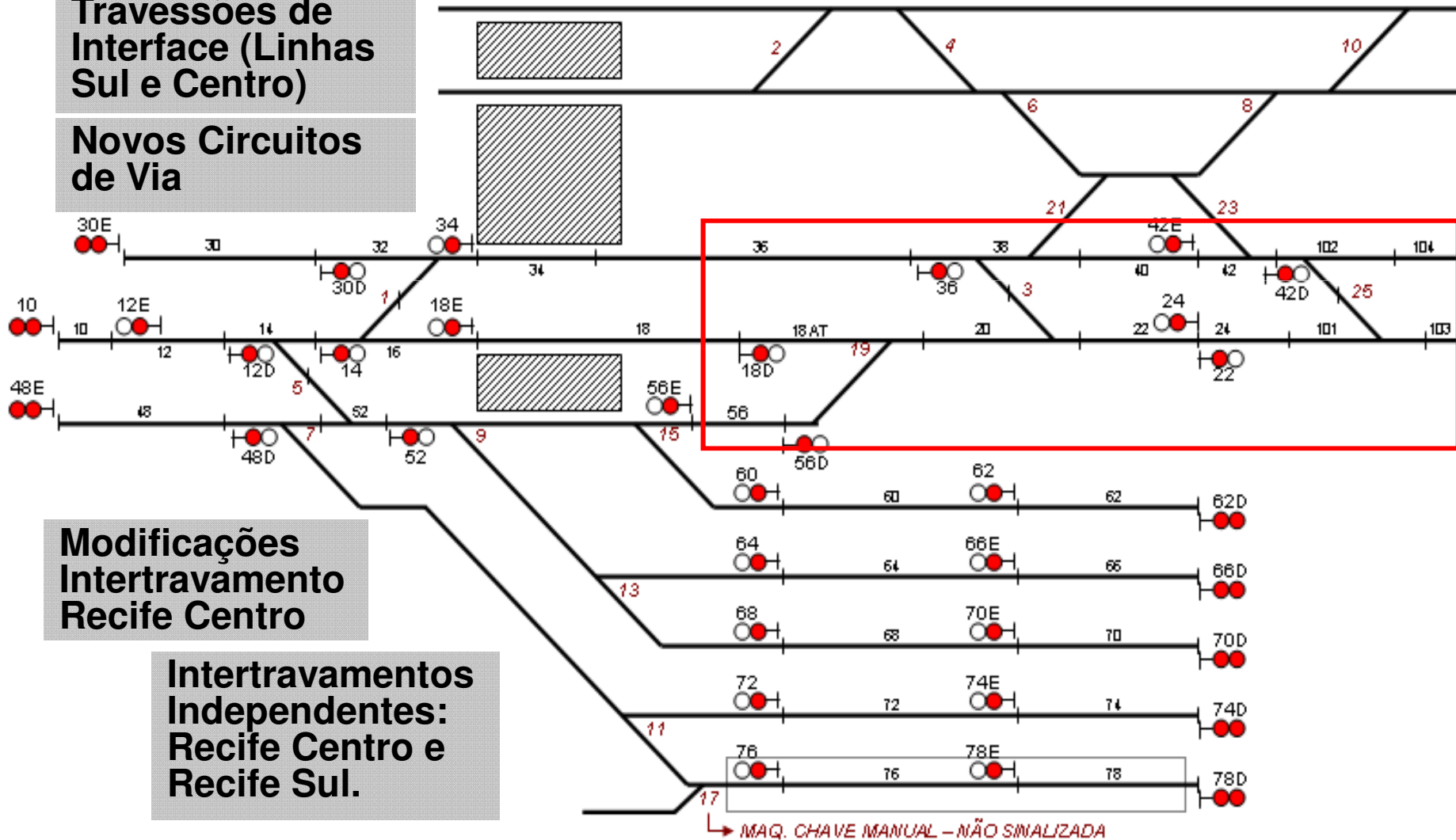
REC

Travessões de Interface (Linhas Sul e Centro)

Novos Circuitos de Via

Modificações Intertravamento Recife Centro

Intertravamentos Independentes: Recife Centro e Recife Sul.



ESTUDO DE VALOR NOVA SINALIZAÇÃO RECIFE - BARRO

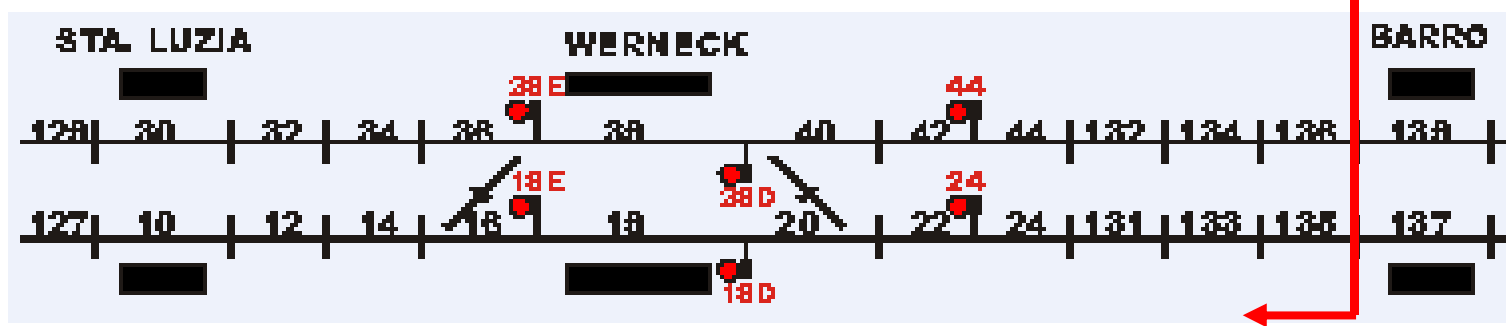
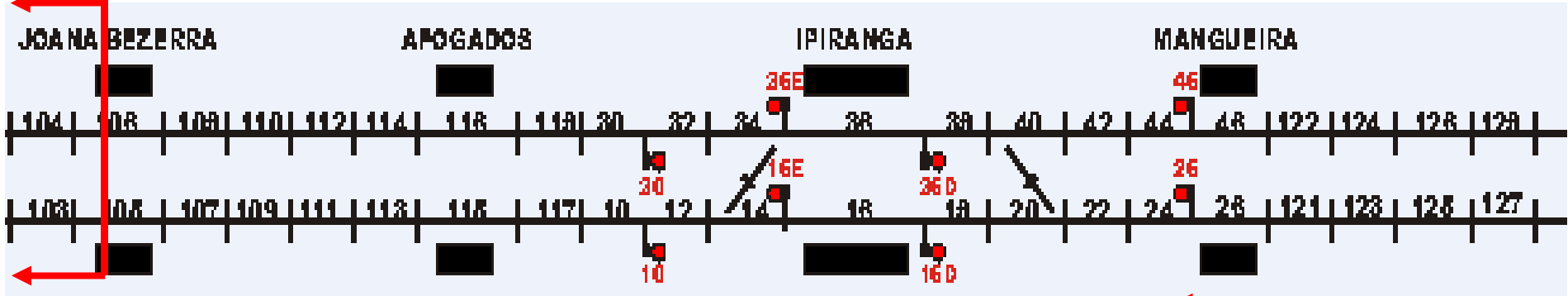
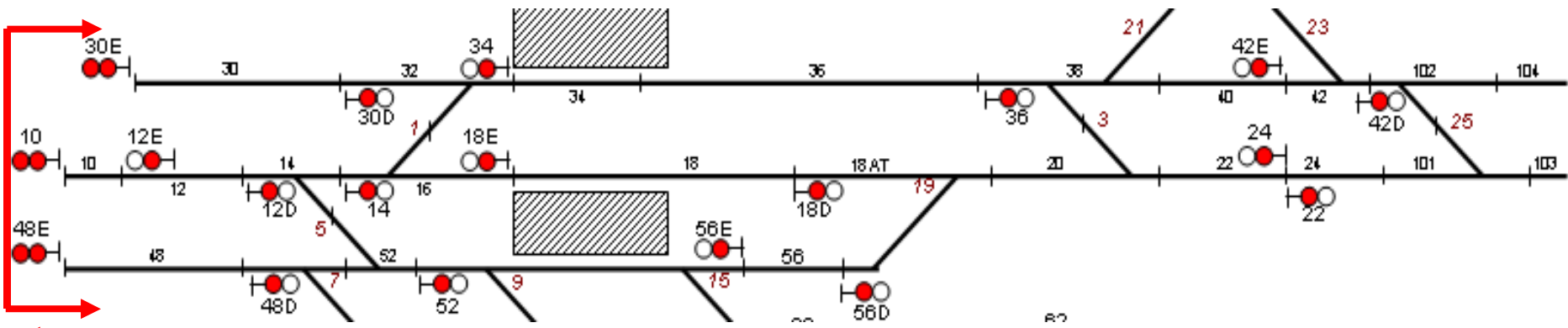
Projeto Alternativo: Recife – Barro

MOTIVAÇÃO

- O CMT adotado para Recife Centro tem capacidade para controlar trechos maiores;
- O emprego de CDVs próprios da projetista no trecho Rec - Joa cria oportunidade de aplicação num trecho maior;
- Elevado número de falhas de CDVs nesse trecho: 22 por mês;
- Alto custo de manutenção: bondes de impedância, juntas isolantes e implicações na via permanente.

“Avaliação da Modificação do Sistema de Sinalização do trecho Recife-Barro, com emprego de Circuitos de Via em Audiofrequência visando aumento de velocidade, capacidade, confiabilidade e menor custo de manutenção.”

ESTUDO DE VALOR SINALIZAÇÃO RECIFE - BARRO



NOVA SINALIZAÇÃO RECIFE – BARRO Equipe do Estudo de Valor			CBTU-AC STU-REC
Nome	Organização	Disciplina / Posição	Especialização
Márcio Cazelli	CBTU-AC / Diretoria Técnica	Líder de Equipe	Sinalização Ferroviária
Ricardo Esberard	STU-REC / Gerência de Engenharia	Engenheiro de Projetos	Sinalização Ferroviária
Fabiano Sales	STU-REC / Departamento de Sistemas e Via	Chefe Depto. Manutenção	Manutenção
Roberto Maranhão	STU-REC / Depto. Operação	Engenheiro de Operação	Operação Ferroviária
Júlio Cezar	STU-REC / Gerência de Sistemas Fixos	Gerente de Manutenção	Sinalização Ferroviária
Luís Alberto	STU-REC / Gerência de Engenharia	Interface com Manutenção	Sinalização Ferroviária
Marilton Uchoa	STU-REC / Gerência de Laboratório	Gerente do Laboratório	Eletro - Eletrônica
Alejandro Livera	SMZ / Coord. Implantação	Engenheiro de Projetos	Sinalização Ferroviária
CONTATOS DA PROJETISTA			
Paulo Sérgio Moreira	Alstom	Coordenador de Projetos	Sinalização Ferroviária
Paulo Stuart	Alstom	Coordenador de Propostas	Comercial
Sérgio Miwa	Alstom	Gerente de Implantação	Sinalização Ferroviária

PREPARAÇÃO DOS DADOS

Custos de Implantação – Projeto Original

Elemento do Sistema	Quantidade	Custo	% do Total
Intertravamento			
Equipamento CMT			
Equipamento GC			
Subtotal Intertravamento	--X--	--X--	--X--
Circuitos de Via	--X--	--X--	--X--
Transmissor - Receptor			
Geradores de Código			
Projeto	--X--	--X--	--X--
Implantação	--X--	--X--	--X--
Testes	--X--	--X--	--X--
Sobressalentes			
Relés Intertravamento	100	R\$ 112.728	22 %
Filtros Reed	60	R\$ 135.274	26 %
Conjunto ATC Campo	6	R\$ 94.557	18 %
Subtotal Sobressalentes		R\$ 342.559	66 %
Geradores Linha de Teste	10	R\$ 173.602	34 %
TOTAL		R\$ 516.161	100 %

PREPARAÇÃO DOS DADOS

Custos no Ciclo de Vida – Projeto Original

Período Ciclo de Vida: 20 anos Taxa de Desconto: 7,215 %	Original
A. Custos de Implantação	R\$ 516.161
B. Custos Anuais Subseqüentes	R\$ 390.000
Equipes de Manutenção	R\$ 260.000
Reposição de Componentes (Campo)	R\$ 85.000
Reposição de Componentes (Laboratório)	R\$ 45.000
C. Custos Subseqüentes Periódicos (CDVs Reed)	R\$ 736.300
Reposição de Juntas Isolantes e Fusíveis	R\$ 520.080
Remoção de Colmatagem do Lastro	R\$ 147.300
Manutenção Bondes de Impedância	R\$ 68.920
D. Total dos Custos Subseqüentes (B + C)	R\$ 1.126.300
E. Custos Anuais dos Usuários	R\$ 91.177
Atrasos e Supressões de Viagem	R\$ 91.177
F. TOTAL DOS CUSTOS	
Custos no Ciclo de Vida (D + E)	R\$ 1.217.477
Fator do Valor Presente (FVP)	10,42
Total dos Custos no Ciclo de Vida = (D + E) x FVP	R\$ 12.686.110
Custos de Implantação	R\$ 516.161

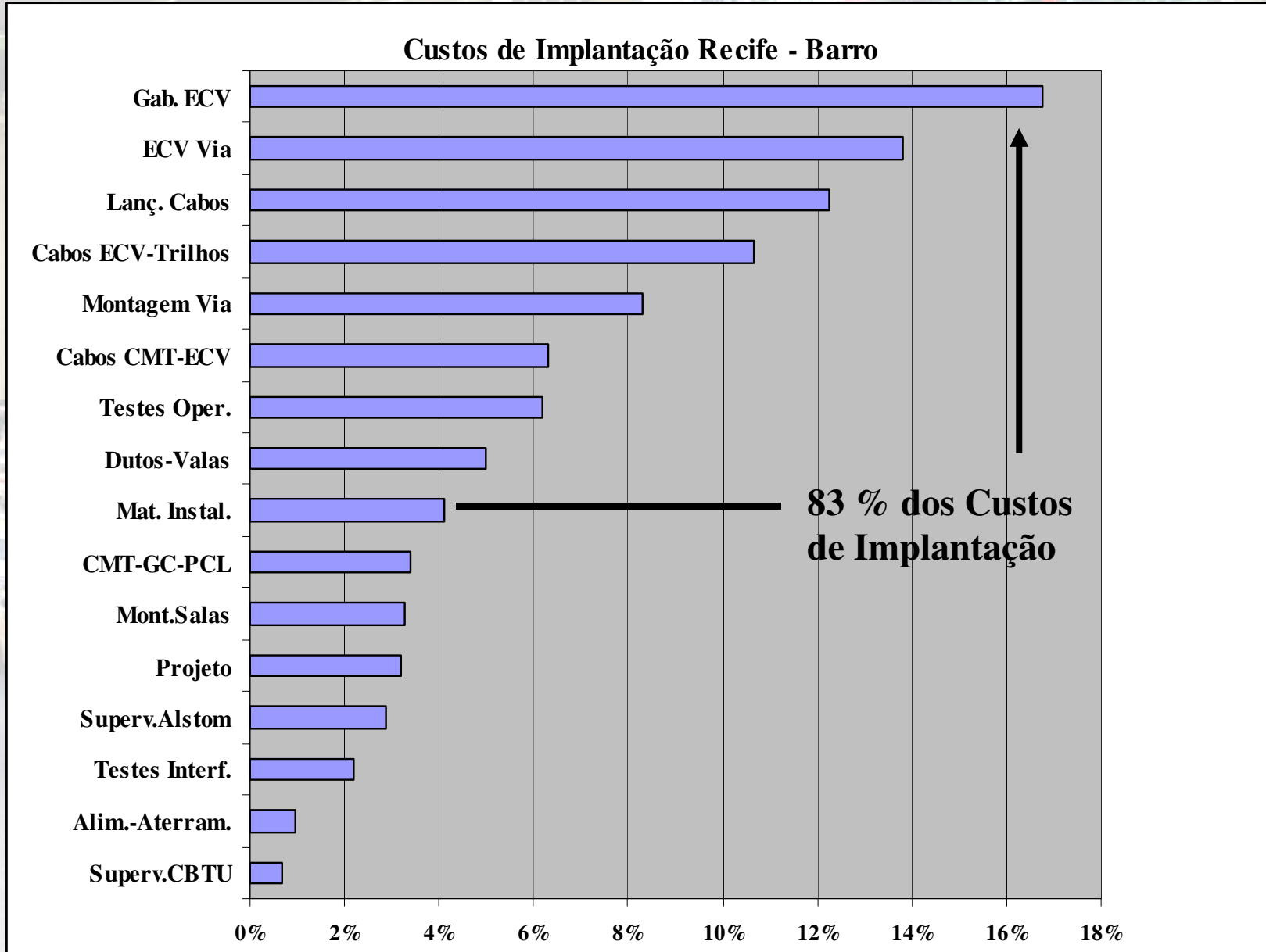
PREPARAÇÃO DOS DADOS

Custos de Implantação – Projeto Alternativo

Elemento do Sistema	Quantidade	Custo	% do Total
Intertravamento		R\$ 1.656.019	9,61 %
Ampliação CMT - GC - PCL	1	R\$ 579.010	3,36 %
Cabos CMT – ECVs – TBs	20 Km	R\$ 1.077.009	6,25 %
Circuitos de Via		R\$ 7.204.205	41,80 %
ECVs – CIAs – Antenas Z-Bonds e Cabos de Controle	Conjunto	R\$ 5.384.906	31,24 %
Cabos: CIAs e Bondeamentos	Conjunto	R\$ 1.819.299	10,56 %
Projeto	Vb	R\$ 541.458	3,14 %
Implantação		R\$ 6.404.845	37,16 %
Infra-estrutura e Materiais	10 Km	R\$ 1.551.452	9 %
Lançamento de Cabos	Vb	R\$ 2.086.998	12,11 %
Montagem Equipamentos	Vb	R\$ 2.155.835	12,5 %
Supervisão (Alstom e CBTU)	Vb	R\$ 610.560	3,55 %
Testes (Instalação e Operação)	Vb	R\$ 1.427.480	8,27 %
Sobressalentes	--X--	--X--	--X--
Geradores Linha de Teste	--X--	--X--	--X--
TOTAL		R\$ 17.234.007	100 %

Custos de Implantação – Projeto Alternativo

Gráfico de Pareto



NOVA SINALIZAÇÃO RECIFE - BARRO

Matriz Critérios de Desempenho

Segurança Operacional	A	a	a	a	a	a	a	6,0	29 %
Eficiência Operacional	B	b	b	b	b	b	b	5,0	24 %
Confiabilidade	C	c	c	c	c	c	c	4,0	19 %
Facilidades de Manutenção	D	d	d	d	d	d	d	3,0	14 %
Facilidades de Implantação	E	e / f	g	g	g	g	g	0,5	2 %
Prazos de Implantação	F	g	g	g	g	g	g	0,5	2 %
Impactos Operacionais Durante a Implantação	G	g	g	g	g	g	g	2,0	10 %
TOTAIS								21,0	100 %

a – maior importância

a / b – igual importância

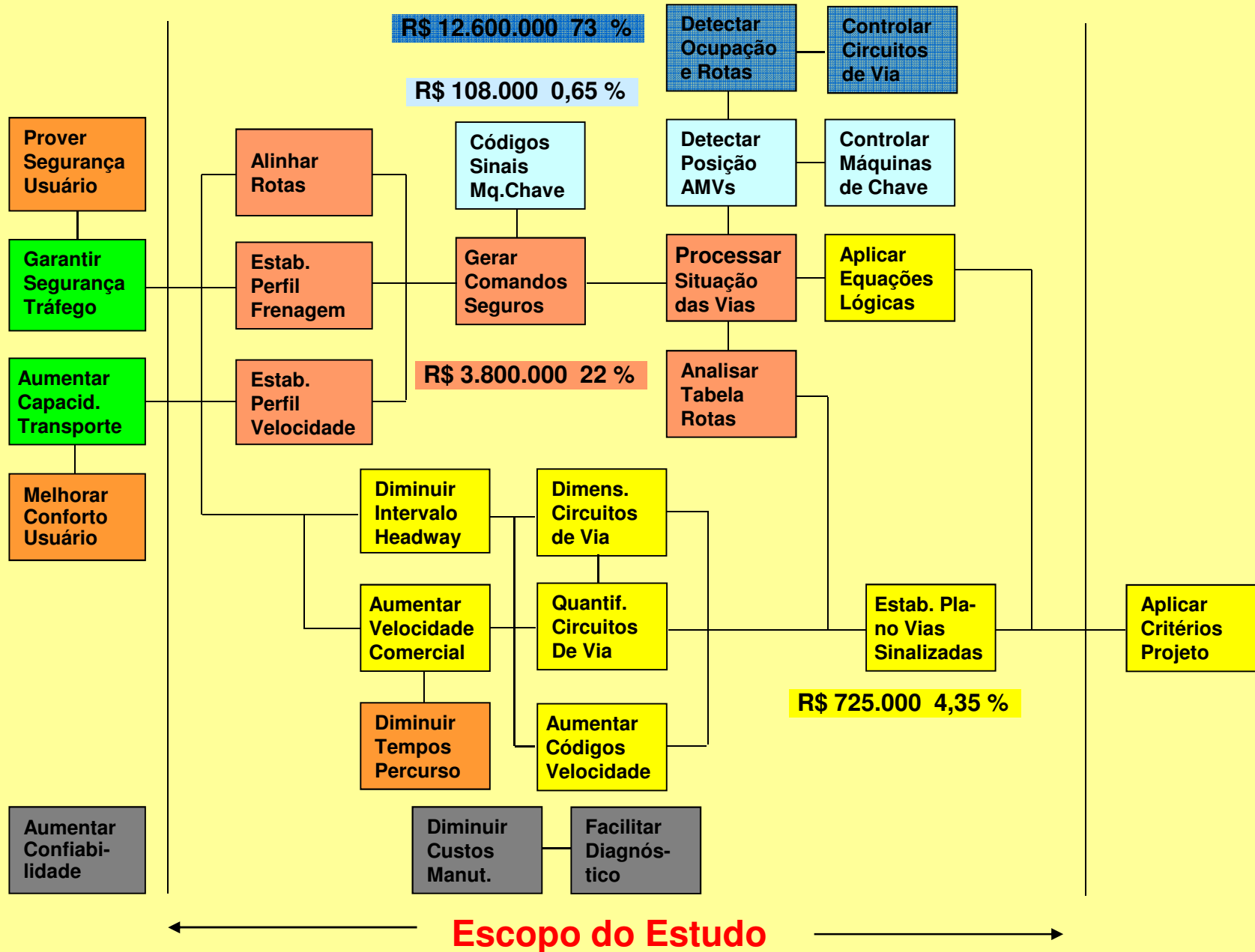
CRITÉRIOS DE DESEMPENHO ESCALA PARA AVALIAÇÃO

Critério	Definições	Escala	Quantificação
Confiabilidade	<i>Uma medida da capacidade do sistema, equipamentos ou configuração de equipamentos utilizada, estar em condições de desempenhar suas funções, tendo em vista os impactos de suas falhas, principalmente atrasos e supressão de viagens, no cumprimento das metas de transporte num horizonte de 20 anos.</i>	10	Sistema cujo tempo médio entre falhas que causem perturbação na operação seja superior a 20.000 horas.
		9	
		8	Sistema cujo tempo médio entre falhas que causem perturbação na operação seja inferior a 20.000 e superior a 10.000 horas.
		7	
		6	
		5	Sistema cujo tempo médio entre falhas que causem perturbação na operação seja inferior a 10.000 e superior a 5.000 horas.
		4	
		3	
		2	Sistema cujo tempo médio entre falhas que causem perturbação na operação seja inferior a 5.000 horas, implicando numa operação totalmente degradada.
		1	

DIAGRAMA TÉCNICA DE ANÁLISE FUNCIONAL DE SISTEMAS – FAST

Como?

Por quê?





AEAMESP

15ª Semana de
Tecnologia
Metroferroviária
2009

AVALIAÇÃO DE IDÉIAS Nova Sinalização Recife – Barro									CBTU / STU-REC			
Idéias		Critérios de Desempenho							Vantagens	Desvantagens	\$	Classificação
No	Função	SO	EO	CF	FM	FI	PI	IO				
AC-2	Aumentar Capacid.											
	Empregar CDVs AF conforme novo PVS a ser elaborado entre Recife e Barro	0	+2	+2	+2	-1	-1	-1	- Reduz quantidade de Circuitos de Via - Reduz desenvolvimento de software de intertravamento - Reduz custos de cabos e implantação	- Maior custo para estabelecimento do PVS - Parâmetros de projeto mais desafiadores	-1	5
ST-1	Garantir Segurança											
	Estender o Intertravamento de Recife até o domínio Werneck	+2	+2	+2	+2	0	-1	-1	- Maior segurança contra sabotagens - Maiores facilidades de manutenção	- Maiores Custos: equipamento e desenvolvimento de software	-1	5
CC-6	Acomodar Cabos											
	Executar o lançamento dos cabos na posteação da Rede Aérea	0	-2	-2	+2	0	-1	0	- Necessita menos infra-estrutura	- Alto risco de vandalismo - Dificuldade pelo número de cabos - Lançamento noturno com rede aérea desligada	-2	1

Escala de Classificação: 5 = Melhoria Significativa de Valor 4 = Boa Melhoria de Valor 3 = Pequena Melhoria de Valor
 2 = Pequena Degradação de Valor 1 = Degradação Significativa de Valor - Não Atinge Propósitos

Escala dos Critérios de Avaliação: Melhoria Significativa +2, +1, 0, -1, -2 Degradação Significativa

SO = Segurança Operacional EO = Eficiência Operacional CF = Confiabilidade FM = Facilidades de Manutenção
 FI = Facilidades de Implantação PI = Prazos de Implantação IO = Impactos Operacionais - Implantação

ANÁLISE DE VALOR DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA <i>Nova Sinalização Recife - Barro</i>			CBTU / STU-REC	
FUNÇÃO: Aumentar a Capacidade de Transporte			IDÉIA No: AC-2	Solução Alternativa No 2
TÍTULO: Empregar CDVs AF conforme novo PVS a ser elaborado entre Recife e Barro.				PÁG. No 1 de 9
PROJETO ORIGINAL: Alteração do PVS somente entre Recife e Joana Bezerra para a interface de AMVs entre as Linhas Sul e Centro.				
PROJETO ALTERNATIVO: Alteração do PVS entre Recife e Barro com emprego de CDVs em audiofrequência e maior número de códigos de velocidade.				
VANTAGENS: <ul style="list-style-type: none"> • Redução do intervalo entre trens e aumento da velocidade comercial; • Códigos de Velocidade: 90, 79, 62, 49, 32, 25, 15 e 10 Km / h; • Elimina o emprego de fusíveis de proteção, bondes de impedância, juntas isolantes e seus efeitos na via permanente (colmatagem do lastro); • Aumenta a confiabilidade no trecho Recife – Coqueiral – tronco principal da Linha Centro; • Maiores facilidades de manutenção, com diagnóstico de falhas e redução de custos. 		DESVANTAGENS: <ul style="list-style-type: none"> • Maiores custos os custos com o desenvolvimento de projeto e simulações de desempenho e segurança; • Aumentam os custos com aquisição de equipamentos complementares; • Maiores prazos e os custos de implantação (rede de dutos, cabos e equipamentos); • Maiores impactos operacionais e inconveniências aos usuários durante o período de implantação. 		
SUMÁRIO DE CUSTOS	Custos de Implantação	VP: Custos Subseqüentes	Valor Presente Custos Usuários	VPL
Conceito Original	R\$ 229.831	R\$ 10.923.286	R\$ 950.064	R\$ 12.103.181
Conceito Alternativo	R\$ 7.432.631	R\$ 1.752.644	R\$ 190.009	R\$ 9.375.284
Ganhos ou Economias	(R\$ 7.202.800)	R\$ 9.170.642	R\$ 760.055	R\$ 2.727.897

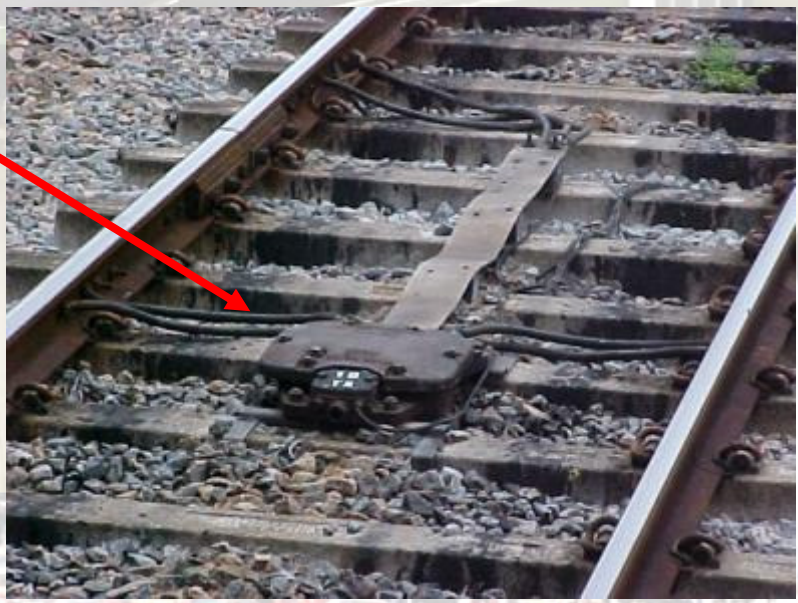
ANÁLISE DE VALOR - SOLUÇÃO ALTERNATIVA Nº 2

Nova Sinalização Recife - Barro

Conceito Original

Conceito Alternativo

Bonde de Impedância



Junta Isolante

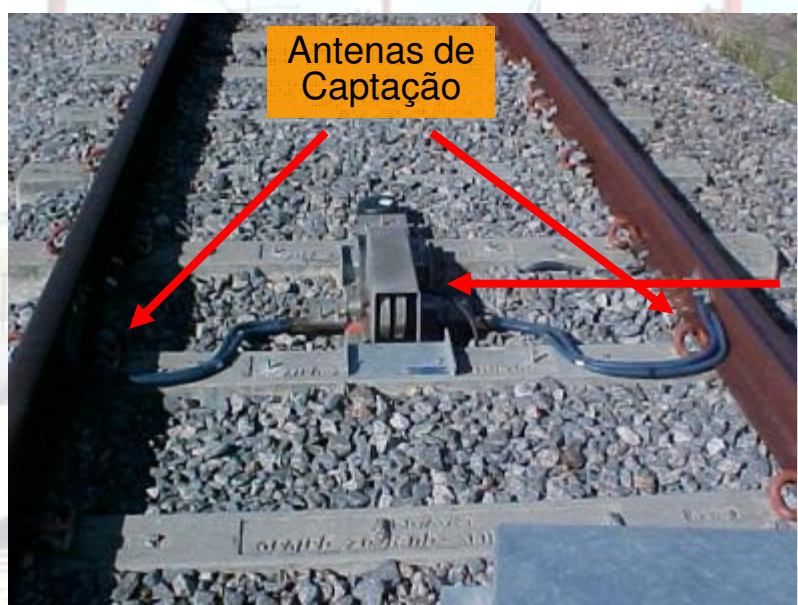


Colmatagem do Lastro

Caixa de Interface



Antenas de Captação



Junta Elétrica Z-Bond



AEAMESP

15ª Semana de
Tecnologia
Metroferroviária
2009

ANÁLISE DE VALOR DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA - MEDIDAS DE DESEMPENHO <i>Nova Sinalização Recife - Barro</i>		CBTU / STU-REC	
TÍTULO: Empregar CDVs AF conforme novo PVS a ser elaborado entre Recife e Barro.		Solução Alternativa 2	Pág.: 5 de 9
Critérios e Razões para a Solução Alternativa		Desempenho	Original Alternativa
Segurança Operacional O nível de segurança esperado para os CDVs é a detecção de “shunts” (curto-circuito entre trilhos) de até 0,4 ohms, detecção de trilho partido e trilhos topados. A solução alternativa é mais imune a atos de sabotagem.	Pontuação	7	9
	Peso	29	29
	Contribuição	203	261
Eficiência Operacional A eficiência cresce significativamente, uma vez que os trens poderão trafegar em velocidades maiores que na situação atual, o que crescerá a velocidade comercial, além de permitir um intervalo entre trens menor, face à elaboração de um novo PVS.	Pontuação	6	8
	Peso	24	24
	Contribuição	144	192
Confiabilidade Além de sua própria confiabilidade (MTBF de 15.000 horas), há ainda uma contribuição pelo número menor de CDVs. É esperado que se reduza de 20 para um máximo de 2 falhas por mês no trecho Recife - Barro.	Pontuação	4	9
	Peso	19	19
	Contribuição	76	171
Facilidades de Manutenção Além de programas de auto diagnose, indicações locais do estado das entradas e saídas, registro de eventos e alarmes com diagnósticos, são permitidas intervenções com o sistema em operação.	Pontuação	5	8
	Peso	14	14
	Contribuição	70	112
Facilidades de Implantação Como a implantação se dará com o sistema atual em operação, é necessária uma montagem prévia antes da conexão aos trilhos. O projeto alternativo não necessita seccionar a via para instalar juntas isolantes. Sua maior extensão anula essa facilidade.	Pontuação	6	6
	Peso	2	2
	Contribuição	12	12
Prazos de Implantação O projeto alternativo envolve uma extensão maior e, portanto, tem prazo de implantação ampliado.	Pontuação	5	1
	Peso	2	2
	Contribuição	10	2
Impactos Operacionais durante a Implantação Poderão ser necessárias pequenas interrupções de tráfego ou restrições de velocidade devendo gerar inconveniências aos usuários.	Pontuação	8	4
	Peso	10	10
	Contribuição	80	40
Desempenho Total:		595	790
Mudança Líquida em Desempenho:		+ 32,8 %	

SUMÁRIO DAS SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE AV
Nova Sinalização Recife - Barro

**CBTU
STU-REC**

Número	Descrição	Ganhos Potenciais Construção e Ciclo de Vida	Desempenho
1.0	Estender Intertravamento de Recife até o domínio de Werneck.	(R\$ 2.015.906) R\$ 374.599	+ 17,4 %
2.0	Empregar CDVs AF conforme novo PVS a ser elaborado de Recife a Barro.	(R\$ 7.202.800) R\$ 9.170.642	+ 32,8 %
3.0	Manter os atuais cabos de controle das máquinas de chave e sinais.	R\$ 0 R\$ 0	+ 0 %
4.0	Construir uma nova rede de dutos para lançamento dos cabos, com dispensa da recomposição da camada de imprimação.	(R\$ 914.572) R\$ 0	+ 2,3 %
5.0	Permitir serviços diurnos para abertura de valas, assentamento de dutos e lançamento de cabos, com cuidados de segurança.	(R\$ 1.253.488) R\$ 0	+ 2 %
6.0	Eliminar o conceito de condutores reserva nos cabos de circuitos de via. Montar bobinas reservas com as sobras do lançamento.	Alternativa 2.0 R\$ 0	- 1,4 %
7.0	Emitir documentos estritamente relacionados ao projeto evitando de manuais de equipamentos comuns aos demais trechos.	(R\$ 108.292) R\$ 0	0 %

SUMÁRIO DOS CONJUNTOS DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE AV

Conjunto No	Descrição	Ganhos Potenciais Construção e Ciclo de Vida	Ganhos em Desempenho e em Valor
1	Estender o domínio do Intertravamento de Recife até Werneck e empregar circuitos de via em audiofrequência até Barro: (1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 e 7.0).	(R\$ 11.495.058) \$9.545.241	Conforme Matriz Graus Desempenho

CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO (CUSTOS INICIAIS) <i>Nova Sinalização Recife - Barro</i>			CBTU STU-REC
Elemento do Sistema	Quantidade	Proj. Alternativo Inicial	Proj. Alternativo Aprimorado
Intertravamento		R\$ 1.656.019	R\$ 1.599.762
Ampliação CMT - GC - PCL	1	R\$ 579.010	R\$ 522.753
Cabos CMT – ECVs – TBs	20 Km	R\$ 1.077.009	R\$ 1.077.009
Circuitos de Via		R\$ 7.204.205	R\$ 5.217.687
ECVs – CIAs – Antenas Z-Bonds e Cabos de Controle	Conjunto	R\$ 5.384.906	R\$ 3.915.234
Cabos: CIAs e Bondeamentos	Conjunto	R\$ 1.819.299	R\$ 1.819.299
Projeto	Vb	R\$ 541.458	R\$ 502.458
Implantação		R\$ 6.404.845	R\$ 4.042.119
Infra-estrutura e Materiais	10 Km	R\$ 1.551.452	R\$ 817.835
Lançamento de Cabos	Vb	R\$ 2.086.998	R\$ 1.253.488
Montagem Equipamentos	Vb	R\$ 2.155.835	R\$ 1.360.236
Supervisão (Alstom e CBTU)	Vb	R\$ 610.560	R\$ 610.560
Testes (Instalação e Operação)	Vb	R\$ 1.427.480	R\$ 1.068.169
	TOTAL	R\$ 17.234.007	R\$ 12.429.817
	Ganhos ou Economias		R\$ 4.804.190

CUSTOS NO CICLO DE VIDA		CBTU	
<i>Sinalização Recife – Joana Bezerra x Nova Sinalização Recife - Barro</i>		STU-REC	
Período Ciclo de Vida: 20 anos	Taxa de Desconto: 7,215 %	Original	Alternativo
A. Custos de Implantação		R\$ 516.161	R\$ 12.429.817
B. Custos Anuais Subseqüentes		R\$ 390.000	R\$ 210.250
Equipes de Manutenção		R\$ 260.000	R\$ 130.000
Reposição de Componentes (Campo)		R\$ 85.000	R\$ 55.250
Reposição de Componentes (Laboratório)		R\$ 45.000	R\$ 25.000
C. Custos Subseqüentes Periódicos (CDVs Reed)		R\$ 736.300	R\$ 0
Reposição de Juntas Isolantes e Fusíveis		R\$ 520.080	R\$ 0
Remoção de Colmatagem do Lastro		R\$ 147.300	R\$ 0
Manutenção Bondes de Impedância		R\$ 68.920	R\$ 0
D. Total dos Custos Subseqüentes (B + C)		R\$ 1.126.300	R\$ 210.250
E. Custos Anuais dos Usuários		R\$ 91.177	R\$ 18.235
Atrasos e Supressões de Viagem		R\$ 91.177	R\$ 18.235
F. TOTAL DOS CUSTOS			
Custos no Ciclo de Vida (D + E)		R\$ 1.217.477	R\$ 228.485
Fator do Valor Presente (FVP)		10,42	10,42
Total dos Custos no Ciclo de Vida = (D + E) x FVP		R\$ 12.686.110	R\$ 2.380.814
Total dos Custos: Implantação + Ciclo de Vida		R\$ 13.202.271	R\$ 14.810.631
Ganhos ou Economias			(R\$ 1.608.360)



AEAMESP

15ª Semana de
Tecnologia
Metroferroviária
2009

MEDIDAS DE DESEMPENHO <i>Sinalização Recife – Joana Bezerra x Nova Sinalização Recife – Barro</i>	CBTU / STU-REC		
Critérios e Razões para o Projeto Alternativo	Desempenho	Original	Alternativa
Segurança Operacional Aumenta a segurança do sistema de sinalização, principalmente contra sabotagem (alterações de fiação). Permite redução de patamares de velocidade dependendo das condições da via. Mantém a detecção de “shunts” (curto-circuito entre trilhos) de até 0,4 ohms, trilho partido e trilhos topados.	Pontuação	7	9
	Peso	29	29
	Contribuição	203	261
Eficiência Operacional Agrega funções que permitem mais flexibilidade operacional (Rota de Chamada). A eficiência cresce significativamente pela disponibilidade de oito códigos de velocidade, com aumento da velocidade comercial e menor intervalo entre trens.	Pontuação	6	8
	Peso	24	24
	Contribuição	144	192
Confiabilidade Além de suas próprias confiabilidades (MTBF de 300.000 horas para o CMT e 15.000 horas para os Circuitos de Via), contribuem para aumentar a confiabilidade por eliminar dois Intertravamentos a Relés e emprego de um menor número de circuitos de via.	Pontuação	4	9
	Peso	19	19
	Contribuição	76	171
Facilidades de Manutenção Além de programas de auto diagnose, indicações locais do estado das entradas e saídas, registro de eventos e alarmes com diagnósticos, são permitidas intervenções com o sistema em operação. A rede de dutos, com caixas de passagem facilita a substituição de lances de cabos entre caixas, emendas e lançamento de cabos sobressalentes.	Pontuação	5	9
	Peso	14	14
	Contribuição	70	126
Facilidades de Implantação A colocação em operação por domínio de intertravamento permite uma programação mais segura para a migração do sistema atual a relés para o novo (digital). A rede de dutos facilita a divisão em etapas e permite separação de equipes. Trabalhos diurnos evitam os inconvenientes de montagem e desmontagem de equipamentos de iluminação.	Pontuação	6	6
	Peso	2	2
	Contribuição	12	12
Prazos de Implantação O projeto alternativo envolve uma extensão maior, um domínio de intertravamento maior e, portanto, tem prazo de implantação ampliado, apesar das facilidades propostas.	Pontuação	5	1
	Peso	2	2
	Contribuição	10	2
Impactos Operacionais durante a Implantação Poderão ser necessárias pequenas interrupções de tráfego ou restrições de velocidade que devem gerar inconveniências aos usuários.	Pontuação	8	4
	Peso	10	10
	Contribuição	80	40
Desempenho Total:		595	804
Mudança Líquida em Desempenho:			+ 35 %



AEAMESP

15ª Semana de Tecnologia Metroferroviária 2009

MATRIZ DAS ESCALAS DE DESEMPENHO – PROJETO ALTERNATIVO													CBTU STU-REC
Sinalização Recife – Joana Bezerra x Nova Sinalização Recife - Barro													
Critérios	Pesos	Projeto	Graus de Desempenho										Desempenho Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Segurança Operacional	29	Original							7				203
		Alternativo									9		261
Eficiência Operacional	24	Original						6					144
		Alternativo								8			192
Confiabilidade	19	Original				4							76
		Alternativo									9		171
Facilidades de Manutenção	14	Original					5						70
		Alternativo									9		126
Facilidades de Implantação	2	Original						6					12
		Alternativo							6				12
Prazos de Implantação	2	Original					5						10
		Alternativo	1										2
Impactos Operacionais Implantação	10	Original								8			80
		Alternativo				4							40
Desempenho Total			Total de Pontos	% Melhoria Desempenho		Custo Total (Milhões)		Índice Valor Desempenho/ Custo		% Melhoria de Valor			
Projeto Original			595			R\$ 13,2		45,08					
Projeto Alternativo			804	35 %		R\$ 14,81		54,29		20,43 %			

Conclusões e Recomendações

ENGENHARIA E ANÁLISE DO VALOR - TRANSPORTES

- É aplicada cada vez mais de forma permanente nas agências de governo no exterior (Rodovias e Ferrovias);
- As agências de governo no Brasil iniciam essa aplicação de forma permanente (DER / MG);
- Aplicação cada vez maior nas fases de concepção e planejamento, vinculando o transporte público a projetos de urbanização.

METODOLOGIA CALTRANS – ESTUDO DE VALOR DA CBTU

- ✓ Plenamente aplicável ao setor metroferroviário;
- ✓ Adequações necessárias nos critérios de avaliação de idéias;
- ✓ O enfoque essencialmente funcional fez com que o empreendimento fosse estudado como um meio para atingir propósitos mais amplos;
- ✓ Por ser estruturada e sistematizada, funcionou como facilitadora do trabalho em equipe, compensando a inexperiência em EV / AV.

RECOMENDAÇÕES

- Buscar modelo para melhor avaliar benefícios e custos dos usuários;
- Utilização da EV / AV nos empreendimentos metroferroviários pela constatação que propiciará maior eficiência dos recursos públicos.

Referências Bibliográficas

- **CALTRANS-CALIFORNIA (April 2003). Value Analysis Team Guide - 3. Edition. Disponível em <http://www.dot.ca.gov/hq/oppd/value/pdf/team-guide-3rd-rev-0803.pdf> (capturado em 21/10/2006).**
- **CBTU - Companhia Brasileira de Trens Urbanos – Galerias - Mapas. Disponível em http://www.cbtu.gov.br/galeria/mapas/rec/imagens/imgrec1_jpg.jpg (capturado em 03/03/2008).**
- **CHACKERIS, Peter. Viva Bus Rapid Transit VE Study – York Region. CSVA - October 2006. Disponível em <http://www.scav-csva.org/publications.php?id=42&nav=18> (capturado em 08/06/2008).**
- **DER / MG – Departamento de Estradas de Rodagem, MG. Programa de Engenharia e Análise do Valor (2001 / 2002).**
- **DONAIS, René. Value Engineering - Montreal Subway Project. CSVA - October 2001. Disponível em <http://www.scav-csva.org/publications.php?id=51&nav=51> (capturado em 08/03/2008).**
- **HENDRIKSEN, Timme. Improving Transfer Capacity to Tilburg Railway Station. CSVA - October 2006. Disponível em <http://www.scav-csva.org/publications.php?id=42&nav=18> (capturado em 08/06/2008).**
- **HENDRIKSEN, Timme. Tailoring VE to ProRail's Needs in Holland. CSVA - October 2006. Disponível em <http://www.scav-csva.org/publications.php?id=37&nav=18> (capturado em 08/06/2008).**

Obrigado!