

TREM DE ALTA VELOCIDADE

RIO DE JANEIRO – SÃO PAULO – CAMPINAS

REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

ESTUDO DE OPÇÕES DE TRAÇADO

Eng. Sergio Misse
Eng. Antonio Carlos Tancredo
Projeto: Fabio Lucien David Maciel

Setembro de 2009

I – INTRODUÇÃO.

Não restam dúvidas que a passagem do TAV pelas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo é o principal desafio no projeto geométrico da ferrovia, considerando o grau de urbanização da região, o alto custo da terra, as interferências com serviços públicos e instalações fixas existentes, a dificuldade de construção e, principalmente, o transtorno que poderá causar na vida do cidadão comum. Somam-se a isto, os vários municípios que compõe estas regiões metropolitanas, com características próprias e com gestões políticas diversificadas. Assim, o Governo Brasileiro procurou soluções de traçado e métodos de construções que minimizasse este impacto urbano.

Este trabalho trata, especificamente, da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e objetiva encontrar soluções alternativas ao traçado e metodologia construtiva, propostos pelo **CONSÓRCIO HALCROW SINERGIA**.

O trecho em análise é o segmento compreendido entre a Estação Terminal Rio de Janeiro e o início da subida da Serra das Araras, do traçado do **CONSÓRCIO HALCROW SINERGIA**, próximo ao Rio Iguaçu, conforme o Relatório Final do **CONSÓRCIO HALCROW SINERGIA** - Volume 2- Alignments Studies Final, Apendix C, Parte 3, Desenhos CTDHSR-RJM-00000-ALG-201-03 (File updated - 23/07/2009) ao CTDHSR-RJM-02540-ALG-214-03 (File updated - 23/07/2009), na escala horizontal 1:2.000. Este traçado e as soluções construtivas propostas estão sendo considerados como a **SOLUÇÃO BÁSICA - SOLUÇÃO HALCROW**. Todas as análises aqui realizadas foram comparativas a esta solução básica, visando a análise do comportamento do CAPEX.

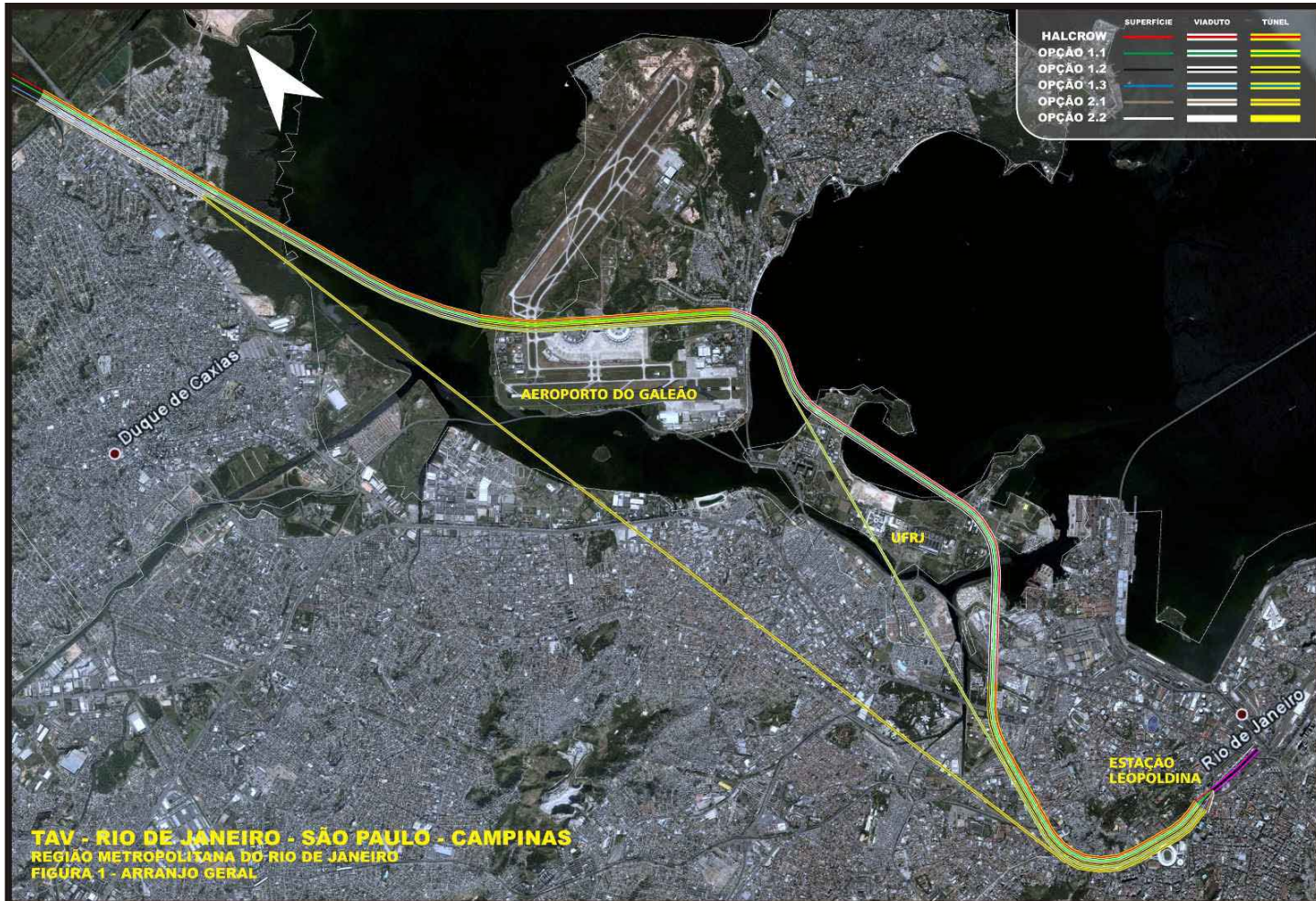
Duas possibilidades, bem distintas, foram analisadas:

Passando pelo Aeroporto do Galeão

Sem passar pelo Aeroporto do Galeão

O arranjo geral das opções estudadas está mostrado na Figura 1, somente como referência, sem preocupação com escala ou outras considerações.

Figura 1 – Arranjo Geral das Opções de Traçado e Métodos Construtivos



Por decisão do Governo Brasileiro, o estudo final foi elaborado, somente, para as opções “Passando pelo Aeroporto do Galeão”

II – PASSANDO PELO AEROPORTO DO GALEÃO

(Passando pelas Ilhas do Fundão e Galeão, com estação no Aeroporto Internacional Maestro Antonio Carlos Jobim – Galeão)

OPÇÕES ESTUDADAS PELOS CONSULTORES

As opções estudadas são, todas elas, variações da Solução Básica, no que se refere ao método construtivo, ao traçado ou em ambos os casos. Assim, é possível compará-las, quanto ao custo de capital, com a Solução Básica, no modo expedito, desconsiderando os sub-trechos comuns a todas elas.

Os custos unitário utilizados são os publicados no Relatório Final do **CONSÓRCIO HALCROW SINERGIA – Volume 5 – Capital Costs**.

OPÇÃO 1.1 e OPÇÃO 1.1A: Substituição dos túneis –ou parte deles– por elevado, até a subida da Serra das Araras, ou seja, substituição dos sub-trechos b), g) e h) da solução HALCROW, conforme Figura 2.

Com relação ao sub-trecho **b)**, foi definido um novo traçado para o elevado, com 5.000 m de extensão, que substituirá 3.750m de túnel e 1.000m de elevado; nos outros dois sub-trechos, acompanhamos o mesmo traçado dos túneis.




OPÇÃO 1.2 e OPÇÃO 1.2A: Substituição dos túneis –ou parte deles– dos sub-trechos g) e h) por elevado, mantendo o Túnel da Mangueira, conforme Figura 3.



OPÇÃO 1.3 - Ligação direta, em túnel, até terreno sólido, próximo à Rod. Washigton Luiz, conforme Figura 4.



Na tabela apresentada a seguir, consta o resumo dos resultados obtidos na análise das opções de traçado, para a RMRJ, passando pelo Aeroporto do Galeão.

 TREM DE ALTA VELOCIDADE - TAV		
REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO OPÇÕES DE TRAÇADO AO PROJETO HALCROW PASSANDO PELO AEROPORTO DO GALEÃO		
OPÇÕES	INVESTIMENTOS (R\$ MILHÕES)	OBSERVAÇÕES
1.1 – SUBSTITUIÇÃO DOS TÚNEIS POR ELEVADOS	+76	Problemas Ambientais Restrições do Min. Defesa Dificuldade de Construção do Elevado na Mangueira
1.1A – SUBSTITUIÇÃO DE PARTE DOS TÚNEIS, APÓS O GALEÃO, POR ELEVADOS	+116	Dificuldade de Construção
1.2 – SUBSTITUIÇÃO DOS TÚNEIS, APÓS O GALEÃO, POR ELEVADOS, MANTENDO O TÚNEL DA MANGUEIRA	+31	Problemas Ambientais Restrições do Min. Defesa
1.2A - SUBSTITUIÇÃO DE PARTE DOS TÚNEIS, APÓS O GALEÃO, POR ELEVADOS, MANTENDO O TÚNEL DA MANGUEIRA	+22	Dificuldade de Construção
1.3 – TODO O TRECHO EM TÚNEL	-27	Resolve os Problemas Redução do tempo de viagem

III – CONCLUSÕES

O estudo das opções de traçado, ao Projeto da HALCROW, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, passando pelo Aeroporto do Galeão, resultaram, todas elas, em pequenas variações, para mais e para menos, no valor do investimento. A semelhança dos valores não nos permite decidir, somente, com base na variação do Custo de Capital. Assim, outros fatores devem ser computados. Considerando os Pontos Fortes e os Pontos Fracos de cada opção, o Governo Brasileiro decidiu pela Opção 1.3 – Túnel direto, cujo esquema está apresentado na Figura 5.

Suas vantagens são de grande importância (pontos fortes) pois resolvem os principais problemas do TAV, na RMRJ:

- Meio Ambiente,
- Ministério da Defesa (Aeroporto do Galeão),
- Transposição da Av. Brasil e da Linha Vermelha,
- Travessia da Ilha do Fundão (UFRJ)
- Interferência Urbana

Ganhos Adicionais:

- Redução no Custo de Capital
- Redução do prazo de implantação,
- Redução da extensão da linha em 800 m.
- Melhor solução construtiva.

Figura 5 – Esquema da Opção em Túnel



IV – ANEXOS

ANEXO 1 – METODOLOGIA

ANEXO 2 – PLANTAS A0, DO PROJETO GEOMÉTRICO.

ANEXO 3 – CAPEX

ANEXO 4 – ELEMENTOS DO ESTUDO

ANEXO 1 – METODOLOGIA

METODOLOGIA:

A metodologia utilizada na atividade consistiu na utilização de plantas na escala de 1:2.000, adquiridas no setor de Cartografia do Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos – IPP. A aplicação dessa base de dados, aliada com a utilização de imagens do satélite GeoEye disponibilizadas no GOOGLE EARTH, com a finalidade de melhor apurar e atualizar as informações de ocupação do solo, sobretudo para verificar a existência de novas interferências. A modelagem digital do terreno, MDT, obtida através da base topográfica disponibilizada nas plantas, com curvas de nível com equidistância de 1 metro, que fornece precisão suficiente para esta fase inicial dos estudos. Desta forma, foi possível que os estudos nesta fase fossem apresentados na escala 1: 2.500, mas com a precisão referente às plantas utilizadas.

ESTUDOS DE TRAÇADO

Foi feita uma análise das alternativas de traçado do túnel com menor interferência com a comunidade, e procurando reduzir ao máximo a sua extensão e interferências nas áreas em estudo. No lançamento do eixo de projeto, greide e perfil foram observadas as premissas estabelecidas no projeto do TAV. O estudo da solução em túnel na região metropolitana do Rio de Janeiro, objeto do estudo, encurtou o percurso em 800 metros em comparação com a alternativa proposta pela Halcrow.

ANEXO 2 – PLANTAS A0, DO PROJETO GEOMÉTRICO.

ANEXO 3 – CAPEX

MEMÓRIA DE CÁLCULO - TAV

OPÇÃO 1.1 e 1.1A

	Sub-trecho	Extensão (m)	PROMPT	HALCROW	OPÇÃO GALEÃO 1.1
b	Túnel Urbano, sob o Morro da Mangueira até cruzar a Av. Brasil	3750	108,589.20	407,209,481.25	
B	ELEVADO1	4000	113,037.37		452,149,461.52
g	Túnel sub-aquático	5000	108,589.20	542,945,975.00	
G	ELEVADO	5000	113,037.37		565,186,826.90
h	Continuação Túnel Urbano	2000	108,589.20	217,178,390.00	
H	ELEVADO	2000	113,037.37		226,074,730.76
	TOTAIS			1,167,333,846.25	1,243,411,019.18
	DIFERENÇA				76,077,172.93

	Sub-trecho	Extensão (m)	PROMPT	HALCROW	OPÇÃO GALEÃO 1.1A
	Túnel Urbano, sob o Morro da Mangueira até cruzar a Av. Brasil	3300	108,589.20	358,344,343.50	
	ELEVADO1	4000	113,037.37		452,149,461.52
	Túnel sub-aquático	5000	108,589.20	542,945,975.00	
	ELEVADO	3000	113,037.37		339,112,096.14
	Túnel sub-aquático(parte)	2000	108,589.20		217,178,390.00
	Continuação Túnel Urbano	2000	108,589.20	217,178,390.00	
	ELEVADO	2000	113,037.37		226,074,730.76
	COM CONTINGÊNCIAS			1,118,468,708.50	1,234,514,678.42
	DIFERENÇA COM CONTINGÊNCIAS				116,045,969.92

PROMPT		Penalidade	
Bi-tunel Urbano - m	108,589.20	1	108,589.20
Elevado - m	98,293.36	1.15	113,037.37
Elevado - m2	5,854.28	1.15	6,732.42
Terraplenagem - m	3,508,673.21	1.15	4,034,974.19
Via Permanente - m			4,145,000.00
Catenária - m			920,000.00

MEMÓRIA DE CÁLCULO - TAV

OPÇÃO 1.2 e 1.2A

	Sub-trecho	Extensão (m)	PROMPT	HALCROW	OPÇÃO GALEÃO 1.2
g	Túnel sub-aquático	5000	108,589.20	542,945,975.00	
G	ELEVADO	5000	113,037.37		565,186,826.90
h	Continuação Túnel Urbano	2000	108,589.20	217,178,390.00	
H	ELEVADO	2000	113,037.37		226,074,730.76
	COM CONTINGÊNCIAS			760,124,365.00	791,261,557.66
	DIFERENÇA COM CONTINGÊNCIAS				31,137,192.66

	Sub-trecho	Extensão (m)	PROMPT	HALCROW	OPÇÃO GALEÃO 1.2A
g	Túnel sub-aquático	5000	108,589.20	542,945,975.00	
G	Túnel sub-aquático(parte)	2000	108,589.20		217,178,390.00
g	ELEVADO	3000	113,037.37		339,112,096.14
h	Continuação Túnel Urbano	2000	108,589.20	217,178,390.00	
H	ELEVADO	2000	113,037.37		226,074,730.76
	DIFERENÇAS			760,124,365.00	782,365,216.90
	DIFERENÇA COM CONTINGÊNCIAS				22,240,851.90

PROMPT	Sem Conting	Com Conting	Penalidade 15%
Bi-tunel Urbano - m	111,876.00	1.3	145,438.80
Elevado - m	81,959.92	1.15	94,253.91
Elevado - m2	5,854.28	1.15	6,732.42
	83,530.15	1.3	108,589.20

PROMPT		Penalidade	
Bi-tunel Urbano - m	108,589.20	1	108,589.20
Elevado - m	98,293.36	1.15	113,037.37
Elevado - m2	5,854.28	1.15	6,732.42
Terraplenagem - m	3,508,673.21	1.15	4,034,974.19
Via Permanente - m			4,145,000.00
Catenária - m			920000

MEMÓRIA DE CÁLCULO - TAV

OPÇÃO 1.3

Sub-trecho	Extensão (m)	UNITÁRIO	HALCROW	OPÇÃO GALEÃO 1.3
b Túnel Urbano, sob o Morro da Mangueira até cruzar a Av. Brasil	3300	108,589.20	358,344,343.50	
c Elevado s/ L. Vermelha e Canal do Cunha até a Ilha do Fundão	2300	113,037.37	259,985,940.37	
d Ilha do Fundão (terraplenagem+catenária+Via Permanente)	900	9,099.00	8,189,100.00	
e Elevado sobre a Baía de Guanabara	4500	113,037.37	508,668,144.21	
	11000			
			1,135,187,528.08	
TUNEL DIRETO	10200	108,589.20		1,107,609,789.00
DIFERENÇA CAPEX				- 27,577,739.08
DIFERENÇA EXTENSÃO	800			

PROMPT		Penalidade	
Bi-tunel Urbano - m	108,589.20	1	108,589.20
Elevado - m	98,293.36	1.15	113,037.37
Elevado - m2	5,854.28	1.1	6,439.71
Terraplenagem - m	3,508,673.21	1.15	4,034,974.19
Via Permanente - m			4,145,000.00
Catenária - m			920,000.00

ANEXO 4 – ELEMENTOS DO ESTUDO

	TIPO	DESENV.	RAIO	AC	ESTACA		
					INICIAL	FINAL	
1	TANGENTE	631.995m		S83°25'24"W	0+000.00m	0+631.99m	
2.1	ESPIRAL	50.000m			0+631.99m	0+681.99m	
2.2	CIRCULAR	158.062m	500.000m		0+681.99m	0+840.06m	
2.3	ESPIRAL	50.000m			0+840.06m	0+890.06m	
3	TANGENTE	58.997m		N72°44'04"W	0+890.06m	0+949.05m	
4.1	ESPIRAL	50.000m			0+949.05m	0+999.05m	
4.2	CIRCULAR	217.715m	500.000m		0+999.05m	1+216.77m	
4.3	ESPIRAL	50.000m			1+216.77m	1+266.77m	
5	TANGENTE	242.692m		S76°35'16"W	1+266.77m	1+509.46m	
6.1	ESPIRAL	60.000m			1+509.46m	1+569.46m	
6.2	CIRCULAR	143.234m	500.000m		1+569.46m	1+712.70m	
6.3	ESPIRAL	60.000m			1+712.70m	1+772.70m	
7	TANGENTE	422.850m		N80°07'24"W	1+772.70m	2+195.55m	
8.1	ESPIRAL	160.000m			2+195.55m	2+355.55m	
TÚNEL	8.2	CIRCULAR	1490.394m	1080.000m		2+355.55m	3+845.94m
	8.3	ESPIRAL	160.000m			3+845.94m	4+005.94m
	9	TANGENTE	7638.009m		N7°25'58"E	4+005.94m	11+643.95m
	10.1	ESPIRAL	160.000m			11+643.95m	11+803.95m
	10.2	CIRCULAR	1203.278m	1250.000m		11+803.95m	13+007.23m
	10.3	ESPIRAL	160.000m			13+007.23m	13+167.23m
	11	TANGENTE	259.307m		N55°03'19"W	13+167.23m	13+426.53m