

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Hugo Vieira de Vasconcelos

Implantação da Terceira Pista do
Aeroporto Internacional de São Paulo –
Uma Proposta para o Projeto de Terraplenagem.

Trabalho de Graduação
2005

Infra-Estrutura

Hugo Vieira de Vasconcelos

Implantação da Terceira Pista do Aeroporto Internacional de São Paulo – Uma Proposta para o Projeto de Terraplenagem.

Orientador

1º Ten. Eng. Ronaldo Gonçalves de Carvalho (ITA)

Co-orientadores

Jiro Hashizume (INFRAERO)

1º Ten. Eng. Arnaldo Satoru Gunzi (DIRENG)

Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2005

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA

Vasconcelos, Hugo Vieira de
Implantação da Terceira Pista do Aeroporto Internacional de São Paulo – Uma Proposta para o Projeto de Terraplenagem./ Hugo Vieira de Vasconcelos.

São José dos Campos, 2005.

155f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica –
Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2005. Orientador: 1º Ten. Eng. Ronaldo Gonçalves de Carvalho.

1. Planejamento de Aeroportos. 2. Terraplenagem. 3. Pistas (de pouso e decolagem). I. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VASCONCELOS, Hugo Vieira de. **Implantação da Terceira Pista do Aeroporto Internacional de São Paulo – Uma Proposta para o Projeto de Terraplenagem.** 2005. 155f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

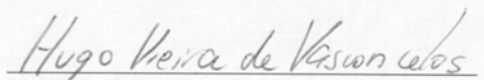
CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Hugo Vieira de Vasconcelos

TÍTULO DO TRABALHO: Implantação da Terceira Pista do Aeroporto Internacional de São Paulo – Uma Proposta para o Projeto de Terraplenagem.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2005

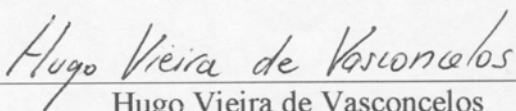
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.


Hugo Vieira de Vasconcelos

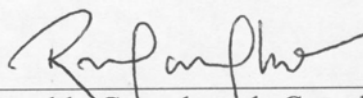
Rua Casuarina, nº 65/301, Humaitá,
CEP 22261-160, Rio de Janeiro – RJ

Implantação da terceira pista do Aeroporto Internacional de São Paulo – uma proposta para o projeto de Terraplenagem.

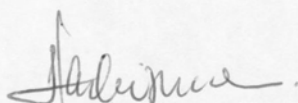
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



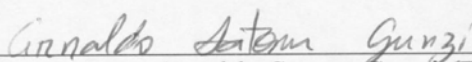
Hugo Vieira de Vasconcelos
Autor



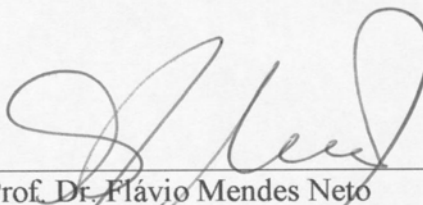
1º Ten. Eng. Ronaldo Gonçalves de Carvalho (ITA)
Orientador



Jiro Hashizume (INFRAERO)
Co-orientador



1º Ten. Eng. Arnaldo Satoru Gunzi (DIRENG)
Co-orientador



Prof. Dr. Flávio Mendes Neto
Coordenador do Curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

São José dos Campos, 25 de novembro de 2005

Lista de Figuras

Figura 2.1: Gráfico do total de passageiros que utilizam os aeroportos de Congonhas (SP), Galeão (RJ) e Guarulhos (SP), ignorando os passageiros em conexão.	06
Figura 3.1: Ábaco do B767-200 para verificação do comprimento de pista necessário à decolagem para a condição de temperatura ISA + 17°C.	12
Figura 3.2: Ábaco do 767-200 e 767-200ER para verificação do comprimento de pista necessário ao pouso para a condição de FLAP 25.	14
Figura 3.3: Esquema de mudança de declividade na pista de pouso/decolagem.	18
Figura 3.4: Dimensões recomendadas (em m) para a área de giro.	18
Figura 4.1: Valores de d e T para o B767-400.	22
Figura 4.2: Ábaco para a determinação de $\lambda_{\max}$, desvio máximo do trem de pouso principal, em porcentagem do comprimento datum.	23
Figura 4.3: Ábaco para a determinação de $\beta_{\max}$	24
Figura 4.4: Ábaco para a determinação de β	25
Figura 4.5: Ábaco para a determinação de L ₁ e L ₂	26
Figura 5.1: Ábaco para a determinação da espessura de pavimento flexível para o B767-400.	35
Figura 5.2: Ábaco para a determinação da espessura de pavimento rígido para o B767-400.	37
Figura 6.1: Perfil do solo ao longo do eixo da pista.	40
Figura 6.2: Recalque estimado na área A1, em função da espessura de solo compressível e da presença de drenos verticais.	42
Figura 6.3: Recalque na Área A1, com e sem sobrecarga.	42
Figura 6.4: Modelo do talude para a cabeceira 09.	43
Figura 7.1: Representação da Triangulação da Superfície Terreno.	47
Figura 7.2: Esquema de interseção entre duas vias.	49
Figura 7.3: Seção tipo da pista de pouso (alinhamento horizontal 1).	50
Figura 7.4: Seção tipo das pistas de rolamento (alinhamentos horizontais 2, 3 e 4).	51
Figura 7.5: Seção tipo da pista de rolamento e pátio (alinhamento horizontal 5).	51
Figura 7.6: Esboço das vias modeladas (<i>features</i> da superfície Projeto).	52
Figura 7.7: Esboço da triangulação das vias e criação das intersecções entre os alinhamentos.	53

Figura 7.8: Esboço da superfície Projeto, após modelagem dos fillets, valas de drenagem, Faixa de Pista Altimetricamente Trabalhada e Taludes.	53
Figura 7.9: Área de aterro em uma seção transversal genérica para a situação do projeto acabado.	55
Figura 7.10: Área de aterro em uma seção transversal genérica para a situação do aterro com sobrecarga.	61

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Dados do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.	05
Tabela 2.2: Movimentação de passageiros domésticos e internacionais (embarques e desembarques) no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.	07
Tabela 2.3: Previsão da demanda de passageiros no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.	07
Tabela 2.4: Número de aeronaves (embarque ou desembarque) no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.	09
Tabela 2.5: Previsão da demanda de aeronaves no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.	09
Tabela 3.1: Peso de pouso (em toneladas) permitido aos tipos de B767 em situações distintas de pouso nas condições da terceira pista.	13
Tabela 3.2: Tabela para a classificação numérica da pista de um aeródromo.	15
Tabela 3.3: Fatores de correção recomendados pela OACI e fatores aplicados.	16
Tabela 3.4: Tabela para a determinação da letra código da pista de um aeródromo segundo a OACI.	16
Tabela 3.5: Características da aeronave de projeto para classificar a pista.	16
Tabela 4.1: Coeficiente a ser multiplicado pelo comprimento datum d, para resultar no ponto percorrido pelo ponto datum.	26
Tabela 4.2: Valores da sobrelargura calculados para todas as curvas.	27
Tabela 4.3: Velocidades máximas que podem ser adotadas nas curvas da geometria proposta.	28
Tabela 5.1: Estimativa média do tráfego de aeronaves em 2013 (pousos + decolagens). ...	29
Tabela 5.2: Classificação da aeronave em função das faixas do MIX.	30
Tabela 5.3: Estimativa do MIX de aeronaves que utilizam o aeroporto de Guarulhos.	30
Tabela 5.4: Estimativa do MIX de aeronaves que utilizarão o aeroporto de Guarulhos em 2013.	31
Tabela 5.5: Dados das aeronaves necessários ao projeto de pavimentação.	32
Tabela 5.6: Espessura de pavimento necessário para cada aeronave.	33
Tabela 5.7: Fator de correção entre os eixos das aeronaves e o eixo da aeronave de projeto.	33
Tabela 5.8: Pousos anuais de cada aeronave equivalentes à aeronave de projeto.	34

Tabela 5.9: Determinação da aeronave de projeto para o caso de pavimento rígido.	36
Tabela 6.1: Estimativa do recalque máximo em cada em cada área.	43
Tabela 6.2: Localização e descrição dos taludes propostos.	45
Tabela 7.1: Cálculo de volumes de corte e aterro para o projeto acabado pelo método das áreas médias.	55
Tabela 7.2: Cálculo de volumes de corte e aterro para o projeto com sobrecarga de 2 m, pelo método das áreas médias.	61
Tabela 7.3: Estimativa de Custos.	68

Lista de Abreviaturas e Siglas

BDI – Benefícios e Despesas Indiretas

CBR – Califórnia Bearing Ratio (Índice de Suporte da Califórnia)

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente

CGNA – Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea

CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos

DAC – Departamento de Aviação Civil

DEPV – Departamento de Proteção ao Vôo

DER-SP – Departamento de Estradas de Rodagens do Estado de São Paulo

DIRENG – Diretoria de Engenharia da Aeronáutica

EMOP-RJ – Empresa Municipal de Obras Públicas do Rio de Janeiro

ENCITA – Encontro de Iniciação Científica do ITA

ESRD – Eixo Simples de Rodas Duplas

ETD – Eixo Tandem Duplo

FAA – Federal Aviation Administration

IAC – Instituto de Aviação Civil

ILS – Instrument Landing System

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeronáutica

OACI – Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO, em inglês)

PMP – Peso Máximo de Pouso

RESA – Runway End Safety Area

TPS – Terminal de Passageiros

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Ronaldo Gonçalves de Carvalho, pela paciência com que me orientou, mesmo atarefado com sua tese de mestrado, e aos demais professores e alunos da Infra pelos três anos de convivência.

Aos co-orientadores, Jiro Hashizume e Arnaldo Satoru Gunzi, também pela paciência de orientar um bixo.

Ao amigo com quem viajei a Salvador, Victor Júlio Ferreira, aos cicerones baianos, Daniel de Melo e Sérgio Henrique, e aos companheiros de viagem à Argentina e ao Chile (Rafael Lemos, Rafael Menezes e Hugo Leonardo).

Aos inseparáveis amigos de apartamento, irmãos que eu nunca tive: Paulo Victor Melo Sampaio, João Paulo Marques Reginato, Antônio Costa Barreto Júnior e Gilberto Rebouças Neto.

Às minhas irmãs, Julia e Tania, aos meus pais, Gustavo e Fátima, e à minha avó Vera, pelo apoio incondicional nesses cinco anos mais difíceis e prazerosos da minha vida.

*“O destino, como os dramaturgos,
não anuncia as peripécias nem o desfecho.”*

Machado de Assis

Resumo

O presente Trabalho de Graduação apresenta uma proposta de projeto de terraplenagem para a implantação da terceira pista de pouso do Aeroporto Internacional de São Paulo/ Guarulhos.

Utilizou-se, como ferramenta auxiliar, o programa computacional *Bentley InRoads*, especialmente desenvolvido para elaboração de projetos viários, incluindo modelamento espacial e cálculo de volumes de terraplenagem.

Os levantamentos preliminares (topográfico e geotécnico) foram fornecidos pela INFRAERO, assim como a configuração geométrica horizontal. Com base nas recomendações internacionais publicadas no Anexo 14 da OACI, identificou-se uma inconformidade no distanciamento entre a pista de pouso e pista de rolamento, propondo-se uma solução alternativa para o projeto geométrico original. Apresenta-se ainda, o cálculo das sobrelarguras necessárias às manobras da aeronave de projeto nas pistas de rolamento.

Para o cálculo dos volumes de terraplenagem, considerou-se a espessura total do pavimento e a necessidade de execução de um aterro de sobrecarga.

Abstract

This work presents a proposal of Earthwork's project for the implantation of the third runway of São Paulo/Guarulhos International Airport.

It was used, as an auxiliary tool, the computational software *Bentley InRoads*, especially developed for elaboration of road projects, including design and calculation of Earthwork's volumes.

The preliminary surveys (topographical and geotechnical) had been supplied by INFRAERO, as well as the horizontal geometric configuration. On the basis of published international recommendations in Annex 14 of ICAO, it was identified that the third runway was not so far away from the taxiway as it should, so it was considered an alternative solution for the original geometric project. It is still presented the calculation of over-widths necessary to the maneuvers of the design aircraft in the taxiways.

For the calculation of the Earthwork's volumes, it was considered total thickness of pavement and the necessity of execution of a fill with earth of overload.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Objetivos.....	1
2	Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos – Governador André Franco	
	Montoro	3
2.1	História do Aeroporto	3
2.2	Crescimento e necessidade de implantação da terceira pista	5
3	Requisitos de projeto	11
3.1	Aeronave de projeto.....	11
3.2	Comprimento de pista.....	11
3.3	Categoria de pista	15
3.4	Requisitos geométricos.....	17
4	Projeto Geométrico Horizontal	21
4.1	Proposta Original.....	21
4.2	Alternativas Estudadas	21
4.3	Configuração Adotada.....	22
4.4	Cálculo de Sobrelarguras.....	22
5	Determinação da Espessura Total de Pavimento	29
5.1	Mix de Aeronaves.....	29
5.2	Pavimento Flexível.....	32
5.3	Pavimento Rígido	35
6	Aterro com Sobrecarga	38
6.1	Descrição das Áreas.....	38
6.2	Previsão dos Recalques	41
6.3	Descrição dos Taludes	43
7	Projeto de Terraplenagem	46
7.1	Obtenção da Superfície Original (Terreno).....	46
7.2	Definição dos Alinhamentos Horizontais e Verticais.....	48
7.3	Definição das Seções Tipo	50
7.4	Modelagem	52
7.5	Determinação das Áreas e Volumes de Corte e Aterro	54

7.6	Estimativa de Custos	67
8	Conclusões	69
8.1	Sugestões de Continuidade do Trabalho	69
	Referências Bibliográficas	71
	Apêndice A – Projeto Geométrico Utilizado	73
	Apêndice B – Projeto Geométrico Descartado.....	74
	Apêndice C – Curvas de Nível do Terreno.....	75
	Apêndice D – Alinhamentos Horizontais	76
	Apêndice E – Perfis Longitudinais.....	77
	Apêndice F – Curvas de Nível do Projeto Final (Aterro Acabado)	79
	Apêndice G – Configuração dos Taludes, Localização dos Drenos e Indicação das Áreas.....	80
	Apêndice H – Seções Transversais Utilizadas.....	81
	Anexo A - Plano de Desenvolvimento do Aeroporto (Maio/2004).....	140

1 Introdução

1.1 Motivação

A idéia deste Trabalho de Graduação surgiu em fevereiro de 2005, durante a realização de estágio na DIRENG (Diretoria de Engenharia da Aeronáutica), no Rio de Janeiro – RJ. O 1º Ten. Arnaldo Satoru Gunzi havia sugerido um Trabalho de Graduação que servisse como um exemplo de utilização do programa de desenvolvimento de projetos viários “Bentley InRoads”, considerando um caso aeroportuário.

Porém, o 1º Ten. Ronaldo Gonçalves de Carvalho sugeriu que o programa servisse apenas como ferramenta para um projeto real: a terceira pista do Aeroporto de Guarulhos. A idéia ganhou força com a ajuda do Eng. Jiro Hashizume, da Gerência de Empreendimentos da INFRAERO, que forneceu informações sobre o projeto da terceira pista do aeroporto de Guarulhos. Este trabalho não seria possível sem o levantamento topográfico da área prevista para a construção da terceira pista.

1.2 Objetivos

Este Trabalho de Graduação tem como objetivo propor uma solução de projeto de terraplenagem para o caso da implantação da terceira pista de pouso do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos - Governador André Franco Montoro. Tal solução utiliza conhecimentos obtidos no curso de graduação do ITA, principalmente nas disciplinas de Transporte Aéreo, Pavimentação e Terraplenagem.

O Aeroporto de Guarulhos já está atuando bem próximo ao limite de sua capacidade, tanto no lado ar, como no lado terra. Tem-se questionado qual seria a melhor solução para este problema, isto é, se a implantação da terceira pista e do terceiro terminal não seria uma alternativa de custo muito elevado, devendo-se assim utilizar outro aeroporto que absorvesse a demanda de Guarulhos. Por outro lado, questiona-se se deixar de investir neste aeroporto não seria um retrocesso, visto que no passado ocorreu exatamente o processo inverso, com

Guarulhos absorvendo a demanda de outros aeroportos, como os de Campinas – SP, Congonhas – SP e Galeão – RJ.

Este trabalho serve, assim, de subsídio a esta discussão, visto que pretende-se, inclusive, levantar os custos relativos à terraplenagem.

2 Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos – Governador André Franco Montoro

2.1 História do Aeroporto

“Em 1912, apenas seis anos após Santos Dumont ter assombrado o mundo ao voar nos céus europeus com o lendário 14 BIS, outro pioneiro da aviação, sonhando alto, já fazia manobras ousadas sobre os campos onde hoje está o Aeroporto Internacional de São Paulo – Guarulhos. Era Eduardo Pacheco Chaves com suas máquinas voadoras rudimentares.

Mais conhecido como Edu Chaves, na época o aviador era visto como autêntico herói graças às proezas que executava nos céus com aqueles estranhos aparelhos mais pesados do que o ar. Corajoso e destemido, Edu Chaves era um visionário. Tanto que criara um campo de pouso e uma escola de pilotagem na Fazenda Guapira, de propriedade de sua família.

Vinte anos depois, nos anos 30, a própria Fazenda Cumbica já reunia atividades aéreas. Um campo de pouso para planadores funcionava dentro de seus limites. Dez anos se passaram e, em 1940, o então presidente da República Eurico Gaspar Dutra escolhia a Fazenda Cumbica para implantação da Base Aérea de São Paulo, que foi inaugurada em 20 de janeiro de 1945.

Em 1985, quarenta anos depois da inauguração da Base Aérea de São Paulo e quarenta anos depois da fundação do Ministério da Aeronáutica, o Aeroporto Internacional de São Paulo - Guarulhos tornava-se realidade e era inaugurado solenemente.” Texto extraído na íntegra de [1].

A Base Aérea de São Paulo foi criada em meados da década de 40, com a finalidade de defender o estado de São Paulo, o maior centro industrial do país, no período da II Guerra Mundial.

A construção do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos foi idealizada muito tempo depois, na década de 70. Empresas nacionais e estrangeiras produziram estudos de engenharia, e razões de ordem estratégica indicavam a conveniência de aliar os interesses da

aviação comercial e da aviação militar. Decidiu-se, então, construir o aeroporto compartilhado com a Base Aérea de São Paulo. Em 1977 determinou-se que o melhor lugar para a construção do Aeroporto Internacional era Cumbica. A partir daí, diferentes medidas foram tomadas pelo governo do Estado de São Paulo, entre elas, a desapropriação de áreas para a instalação do aeroporto.

A região caracterizava-se por freqüentes inundações ocasionadas pelo transbordamento de dois cursos de água, os rios Baquirivu – Guaçu e o Ribeirão Cocho Velho, localizados em um terreno aluvional e possuindo uma vegetação com características típicas de floresta mesófila de altitude (úmida de cerrado).

Em maio de 1979 foi criada, pelo Ministério da Aeronáutica, a COPASP (Comissão Coordenadora do Projeto do Sistema Aeroportuário da Área do Terminal de São Paulo), com a finalidade de organizar o planejamento, redigir o Plano Diretor do Aeroporto e concretizar sua construção. Elaborado em 1981, este documento contemplava em seu texto itens como ruído, serviços sanitários, coleta de lixo e locais de bota-fora.

Em 1980 começaram as obras do novo sistema aeroportuário e a primeira fase do projeto foi concluída em 1985. O Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos foi, então, inaugurado no dia 20 de janeiro. Atualmente, o Aeroporto conta com duas pistas de pouso e decolagem e dois terminais de passageiros, conforme apresentado na *Tabela 2.1*.

Inicialmente, o Aeroporto de Guarulhos foi projetado para atender aos tráfegos domésticos e internacionais apenas para o Cone Sul. Porém, este perfil foi modificado, pois a cidade de São Paulo carecia de um aeroporto internacional. Até então, o Aeroporto de Viracopos, em Campinas – SP, atendia à demanda por vôos internacionais da capital paulista. Congonhas, em São Paulo, era responsável principalmente pelos vôos domésticos. Porém, a distância entre Viracopos e São Paulo (cerca de 90 km) era um fator limitante da utilização deste aeroporto. Assim, a pressão da demanda fez com que muitos vôos internacionais fossem transferidos de Viracopos e até mesmo do Galeão (Rio de Janeiro) para Guarulhos. A *Tabela 2.1* mostra alguns dados atuais do aeroporto de Guarulhos.

Tabela 2.1: Dados do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

Sítio Aeroportuário	
Área (m ²)	13.774.086
Pátio das Aeronaves	
Área (m ²)	486.110
Pistas	
Dimensões (m)	3.700 x 45 (9L/27R)
	3.000 x 45 (9R/27L)
Terminal de Passageiros	
Capacidade/Ano (passageiros)	TPS I: 8.250.000 e TPS II: 8.250.000
Área (m ²)	TPS I: 91.940 e TPS II: 91.940
Estacionamento	
Capacidade	3.500
Balcões de Check-in	
Quantidade	260
Estacionamento de Aeronaves	
Número de Posições	66

Fonte: INFRAERO (Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária)

2.2 Crescimento e necessidade de implantação da terceira pista

Desde 1985, o Aeroporto Internacional de São Paulo tem observado um crescimento em termos de número de aeronaves, carga e passageiros transportados. Em 1991 passou a ser o aeroporto brasileiro de maior movimento em número de passageiros transportados e o principal aeroporto administrado pela INFRAERO. A *Figura 2.1* apresenta a evolução do total de passageiros embarcados e desembarcados a partir de 1970 nos três aeroportos de maior movimento no Brasil: Congonhas – SP, Guarulhos – SP e Galeão – RJ.

Devido à recessão na economia brasileira, decorrente da segunda crise do petróleo, a partir de 1982 houve uma pequena diminuição no volume de passageiros transportados, tanto em Congonhas, como no Galeão. Nota-se, porém, que a inauguração do aeroporto de Guarulhos determinou, imediatamente, uma queda mais acentuada na quantidade de passageiros que utilizavam o aeroporto de Congonhas. Além disso, houve uma influência, porém a longo

prazo, na movimentação do aeroporto do Galeão, principal aeroporto brasileiro até então. Tal aeroporto teve sua movimentação estagnada durante quase toda a década de 90. Isto se deve ao fato de Guarulhos ter absorvido grande parte da demanda por viagens internacionais, que outrora partiam ou chegavam ao Rio de Janeiro.

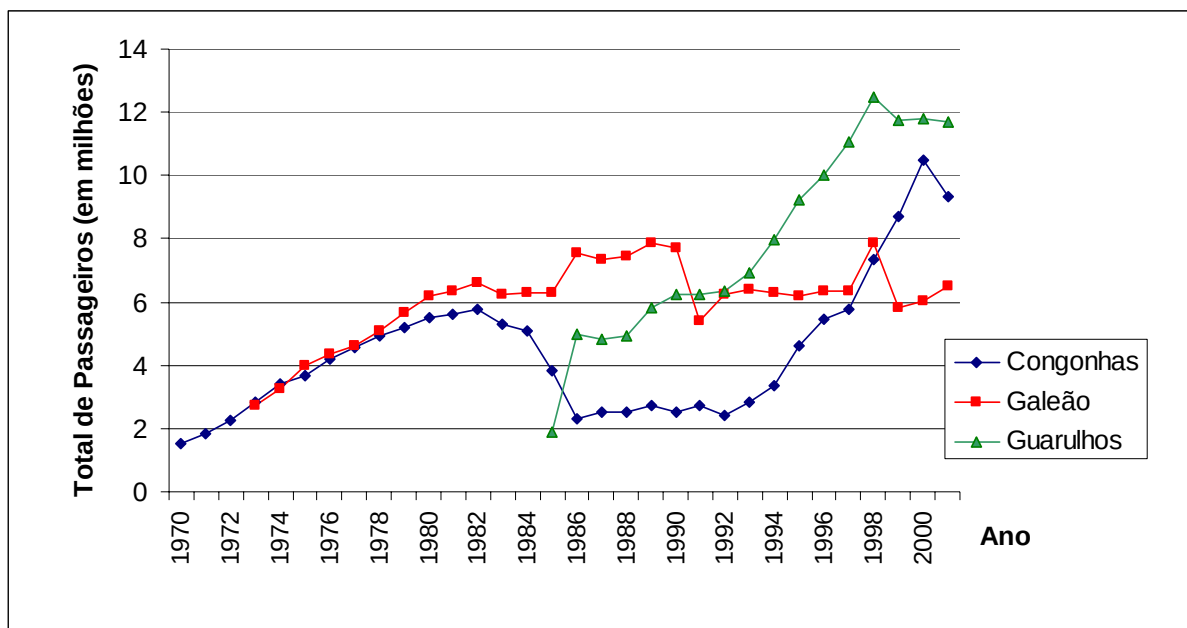


Figura 2.1: Gráfico do total de passageiros que utilizam os aeroportos de Congonhas (SP), Galeão (RJ) e Guarulhos (SP), ignorando os passageiros em conexão. Fonte: INFRAERO

Atualmente, os dois terminais de Guarulhos proporcionam ao aeroporto uma capacidade de atender cerca de 16,5 milhões de passageiros por ano. Em 2004, cerca de 13 milhões de passageiros utilizaram o aeroporto. Segundo estudo do IAC (Instituto de Aviação Civil) [6], o número de passageiros que utilizarão o Aeroporto Internacional de São Paulo em 2008 já poderá ser superior à sua capacidade, o que mostra a necessidade da ampliação do terminal de passageiros. O terceiro terminal de passageiros do Aeroporto Internacional de São Paulo deve começar a ser construído até o início de 2006. O projeto está em fase de licitação e a obra deve ser concluída até 2012.

A Tabela 2.2 mostra o movimento anual de passageiros no Aeroporto de Guarulhos a partir de 1990. Uma previsão de demanda para os anos de 2008, 2013 e 2023, realizada pelo IAC, é apresentada na Tabela 2.3.

Tabela 2.2: *Movimentação de passageiros domésticos e internacionais (embarques e desembarques) no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.*

Ano	Total de passageiros transportados
1990	8.367.645
1991	8.976.563
1992	8.782.193
1993	9.801.018
1994	8.928.464
1995	11.564.048
1996	12.931.506
1997	14.426.038
1998	14.708.469
1999	16.425.741
2000	13.138.621
2001	13.098.609
2002	11.906.592
2003	11.581.034
2004	12.940.193

Fonte: IAC e INFRAERO

Tabela 2.3: *Previsão da demanda de passageiros no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.*

Ano	Pessimista	Média	Otimista
2008	15.023.788	17.596.105	20.372.974
2013	20.772.706	24.299.327	28.113.271
2023	36.928.117	43.739.874	51.118.120

Fonte: IAC.

Deve-se atentar ao fato de que este estudo de previsões de demanda apenas captura a inércia dos dados do passado para estimar a demanda futura. Não há como prever o efeito negativo em situações de recessão e crises econômicas, como observado, em 2000, devido à crise na economia brasileira, e em 2002, devido aos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 (Tabela 2.2).

Com a construção do terceiro terminal, que terá 165.000 m², a capacidade do aeroporto passará para 29 milhões de passageiros por ano. A nova área terá 192 balcões de check-in. O número de pontes de embarque aumentará de 24 para 46. O novo espaço terá, ainda, uma área comercial de quase 11.000 m² e um estacionamento para 4.500 veículos.

Além do terminal, o projeto de ampliação do aeroporto prevê a construção de mais uma pista de pouso. Todas essas obras de ampliação esbarram em uma imposição da INFRAERO: a construção de uma linha ferroviária que ligará o aeroporto ao centro da cidade de São Paulo. Sem isso, a empresa afirma não fazer sentido aumentar a capacidade do aeroporto, pois o acesso dos passageiros seria complicado. A idéia é que a CPTM (Companhia Paulista de Trens Metropolitanos) aproveite trechos já existentes de linhas ferroviárias e construa o restante. Atualmente, há duas propostas para a instalação do ponto final da linha: a estação Barra Funda (na zona oeste de São Paulo) e a estação Júlio Prestes (região central), sendo a primeira a mais cotada. Há, ainda, estudos para viabilizar a ligação dos aeroportos de Viracopos e Congonhas ao sistema de linhas ferroviárias e metroviárias da capital paulista.

A necessidade de implantação da terceira pista não deve ser explicada apenas pelo aumento do número de passageiros que utilizam o aeroporto, mas principalmente pelo aumento do número de aeronaves. O estudo do IAC supracitado também prevê este aumento. A *Tabela 2.4* apresenta a movimentação de aeronaves nos últimos anos (de 1990 a 2002). Já a *Tabela 2.5* indica a previsão do número de aeronaves (separadas em cargueiras ou de passageiros) que utilizarão o aeroporto de Guarulhos em 2008, 2013 e 2023, fazendo análises pessimistas, médias e otimistas.

A situação atual do aeroporto – duas pistas separadas por 400 m aproximadamente – não permite a operação independente e simultânea entre elas, visto que não é respeitada a separação mínima preconizada pelo Anexo 14 da OACI (1035 m para pistas com aproximações independentes operadas por instrumento). A pista 09L/27R possui um comprimento de 3700 m e é utilizada usualmente para decolagens, enquanto a pista 09R/27L possui 3000 m de comprimento e é utilizada para pousos. A direção 09 é a preferencial, utilizada em cerca de 80% das operações [7]. Há ainda o agravante de ambas as pistas se situarem no mesmo lado do terminal. Assim, aviões que pousam na pista 09R precisam, necessariamente, cruzar a pista 09L para chegar ao terminal de passageiros.

Tabela 2.4: Número de aeronaves (embarque ou desembarque) no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

Ano	Aeronaves de Passageiros	Aeronaves Cargueiras	Total
1990	105.516	0	105.516
1991	120.500	0	120.500
1992	115.883	0	115.883
1993	117.353	0	117.353
1994	123.118	0	123.118
1995	140.761	0	140.761
1996	152.282	0	152.282
1997	167.535	0	167.535
1998	187.845	0	187.845
1999	187.154	1.518	188.672
2000	186.109	1.708	187.817
2001	182.474	19.194	201.668
2002	160.457	0	160.457

Fonte: IAC

Tabela 2.5: Previsão da demanda de aeronaves no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos.

Aeronaves de Passageiros			
Ano	Pessimista	Média	Otimista
2008	181.874	217.951	258.292
2013	230.108	276.487	329.073
2023	361.916	442.323	537.402
Aeronaves Cargueiras			
Ano	Pessimista	Média	Otimista
2008	19.727	27.292	34.788
2013	27.143	37.027	46.825
2023	46.670	62.690	78.579
Total			
Ano	Pessimista	Média	Otimista
2008	201.601	245.243	293.080
2013	257.251	313.514	375.898
2023	408.586	505.013	615.981

Fonte: IAC.

O aeroporto de Guarulhos tem uma capacidade de movimentação das pistas de 54 aeronaves por hora [7], ou cerca de 340.000 aeronaves por ano, conforme método da FAA. Segundo estudos do IAC, este valor seria ultrapassado, numa visão otimista, em 2013. Porém, devido à ocorrência de horários de pico de movimentação durante o dia e da sazonalidade durante o ano, não se deve trabalhar com a movimentação anual como referência, e sim com a capacidade horária. E a demanda já ultrapassou este valor de 54 aeronaves por hora diversas vezes, fato caracterizado pela ocorrência de filas de espera de aviões, tanto para pousos, como para decolagens, o que representa a necessidade da construção de uma pista que aumente substancialmente esta capacidade horária.

O estudo *Uso do Arena em Aeroportos* [8], indica que o Aeroporto de Guarulhos tem capacidade de absorver a demanda com a operação da terceira pista: o tempo médio das operações e o número de aeronaves nas filas de espera para pouso e decolagem diminuem consideravelmente.

Para realizar a ampliação do aeroporto, será necessário remover cerca de 5 mil famílias que moram próximo ao local onde será construída a pista.

3 Requisitos de projeto

3.1 Aeronave de projeto

A aeronave de projeto a ser considerada para o projeto da terceira pista do Aeroporto de Guarulhos é o Boeing 767.

Porém, o B767 pousa com restrições na terceira pista (como será mostrado adiante). Ainda assim, para o detalhamento dos requisitos geométricos, o B767 deve ser considerada a aeronave de projeto, visto que, mesmo havendo restrições devido ao comprimento da pista, ela poderá pousar na maioria das situações.

3.2 Comprimento de pista

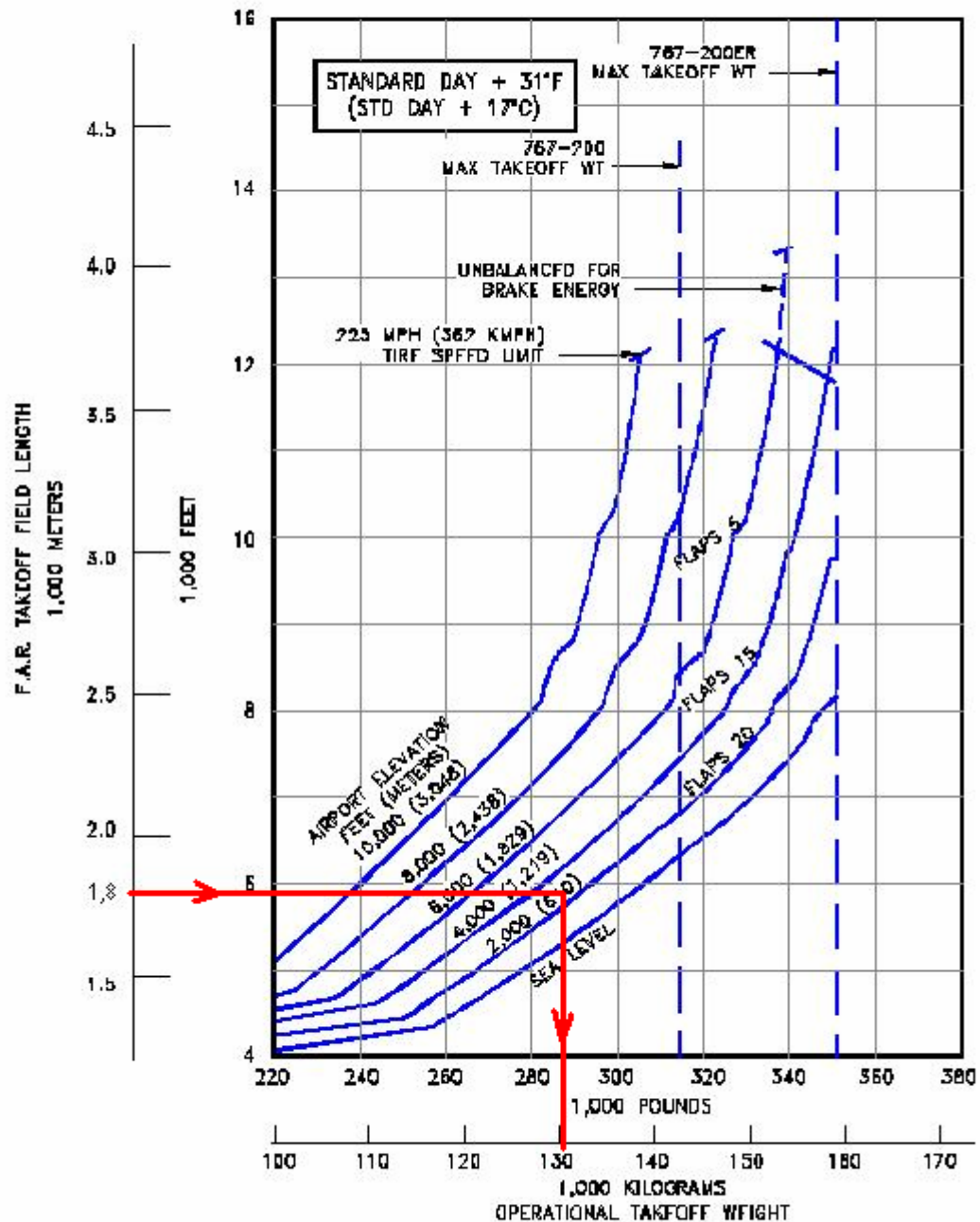
O comprimento previsto para a terceira pista do aeroporto é de 1800 m, em uma área que possibilita uma eventual futura ampliação de 200 m para cada lado. A princípio, este comprimento parece pequeno quando comparado às demais pistas, mas deve ser ressaltado que a terceira pista é utilizada preferencialmente para pousos (que requerem um comprimento de pista menor do que as decolagens) e para aeronaves de porte pequeno e médio.

A altitude do Aeroporto Internacional de São Paulo é de cerca de 750 m. Assim, a temperatura padrão (temperatura ISA) nesta altitude é de 10,2 °C. A temperatura de referência (definida como a média mensal das temperaturas máximas diárias para o mês mais quente do ano, sendo o mês mais quente o mês com maior temperatura média mensal) do aeroporto de Guarulhos é de 28 °C.

A *Figura 3.1* mostra que nem mesmo o B767-200 (o menor da série B767) pode decolar da terceira pista com o peso máximo de decolagem. Para decolar com apenas 1800 m de pista a uma temperatura de aproximadamente 28 °C e numa altitude de 750 m, a aeronave deveria limitar o seu peso a cerca de 130 toneladas, 13 toneladas a menos que o peso máximo de decolagem.

NOTES:

- JT9D-7R4D/7R4F, CF6-80A/80A2 ENGINES
- ZERO RUNWAY GRADIENT
- ZERO WIND
- AIR CONDITIONING OFF
- CONSULT USING AIRLINE FOR SPECIFIC OPERATING PROCEDURE PRIOR TO FACILITY DESIGN



F.A.R. TAKEOFF RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS

STANDARD DAY +31°F (STD + 17°C)

MODEL 767-200, -200ER (JT9D-7R4D/7R4E, CF6-80A/80A2 ENGINES)

Figura 3.1: Ábaco do B767-200 para verificação do comprimento de pista necessário à decolagem para a condição de temperatura ISA + 17°C. Fonte: Boeing.

Com relação ao pouso, existem situações em que a operação é possível mesmo com o peso máximo permitido para o pouso. Através do ábaco da *Figura 3.2*, verifica-se que o B767-200 é capaz de pousar na condição de FLAPS 25 somente em pista seca. Fazendo este tipo de verificação para os demais modelos de aeronave da série B767, pode-se construir a *Tabela 3.1*, que resume as condições em que os diversos modelos de B767 são capazes de pousar na pista de 1800 m de comprimento.

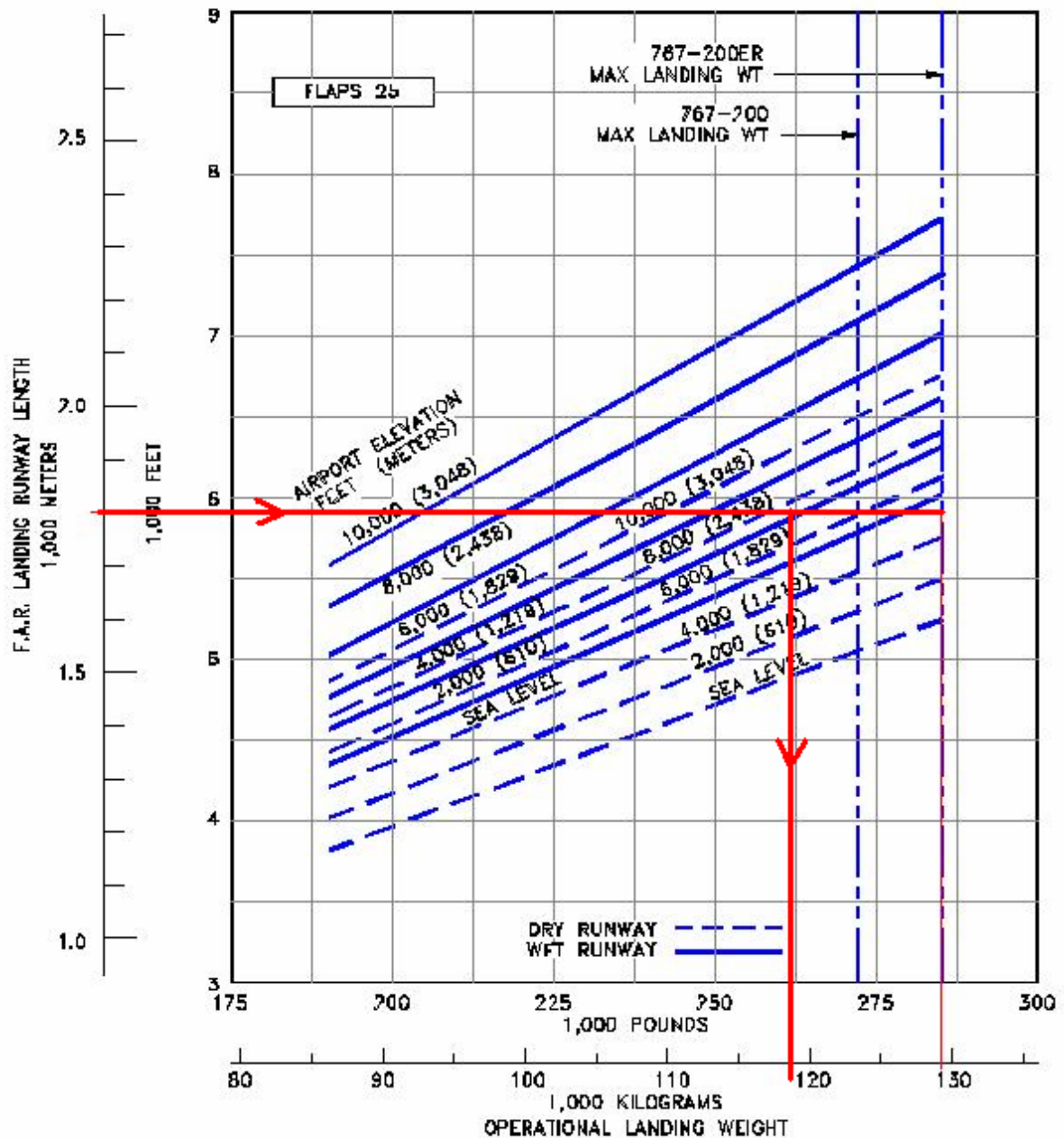
Na *Tabela 3.1*, para os casos em que não é possível pousar com o peso máximo de pouso, isto é, para os casos em que há restrição no peso de pouso, esta limitação pode se refletir no Payload ou no peso de combustível. Caso ela se reflita apenas no peso de combustível, o Payload não fica comprometido, isto é, não há prejuízos para a operadora (há 0% de comprometimento do Payload). Porém, existem situações em que o peso de pouso é tão limitado, que, nem mesmo considerando que a aeronave esteja pousando com o mínimo peso de combustível possível, consegue-se utilizar o máximo Payload (é o caso do B767-400ER, que em qualquer condição de pouso deveria reduzir o Payload). Pode-se verificar que operar com o B767-400ER na terceira pista não seria rentável às empresas aéreas. Nesta tabela, verifica-se também o outro caso extremo, isto é, quando a restrição no peso de pouso implica, primeiramente uma restrição no Payload, antes de afetar o peso de combustível.

Tabela 3.1: *Peso de pouso (em toneladas) permitido aos tipos de B767 em situações distintas de pouso nas condições da terceira pista.*

Aeronave	Peso Máximo de Pouso (PMP)	Pista Seca				Pista Molhada			
		FLAPS 30	Perda de Payload	FLAPS 25	Perda de Payload	FLAPS 30	Perda de Payload	FLAPS 25	Perda de Payload
B767-200	123	PMP	0%	PMP	0%	PMP	0%	118	0% a 15,1%
B767-200ER	136	PMP	0%	PMP	0%	127	0% a 25%	118	0% a 50%
B767-300	136	PMP	0%	PMP	0%	133	0% a 7,5%	124	5% a 30%
B767-300ER	145	PMP	0%	PMP	0%	133	0% a 27,9%	124	20,9% a 48,8%
B767-400ER	159	138	26,1% a 45,6%	133	36,9% a 56,5%	114	78,3% a 97,8%	110	86,9% a 100%

NOTES:

- NO REVERSE THRUST
- ANTI-SKID ON
- AUTO SPEED BRAKES
- ZERO WIND, ZERO RUNWAY SLOPE
- CONSULT USING AIRLINE FOR SPECIFIC OPERATING PROCEDURE PRIOR TO FACILITY DESIGN



FAA LANDING RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS - FLAPS 25
MODEL 767-200, -200ER

Figura 3.2: Ábaco do 767-200 e 767-200ER para verificação do comprimento de pista necessário ao pouso para a condição de FLAP 25. Fonte: Boeing

3.3 Categoria de pista

Para determinar os requisitos geométricos da terceira pista, é necessário classificá-la conforme determina o Anexo 14 da OACI, isto é, é necessário determinar o código da pista, composta de um número e uma letra.

De acordo com o Anexo 14 da OACI, a classificação numérica para o aeródromo é dada pela *Tabela 3.2*:

Tabela 3.2: Tabela para a classificação numérica da pista de um aeródromo.

Comprimento da pista	Código da pista
<800m	1
$\geq 800\text{m}$ e $< 1200\text{m}$	2
$\geq 1200\text{m}$ e $< 1800\text{m}$	3
$\geq 1800\text{m}$	4

Fonte: Anexo 14 da OACI.

A princípio, o comprimento da terceira pista de Guarulhos seria 1800m. Porém, para se classificar a pista de acordo com a OACI, deve-se aplicar fatores de correção ao comprimento original, pois os comprimentos definidos pela *Tabela 3.2* referem-se a uma situação ideal: aeródromo ao nível do mar, temperatura padrão e gradiente de pista nulo.

De acordo com a *Tabela 3.3*, deve-se aplicar um fator de correção de 1,38 para o caso da terceira pista. Isto significa que, nas condições impostas pela OACI, a terceira pista de Guarulhos teria um comprimento equivalente a 1305 m, o que implica no código numérico 3. Mesmo se fosse considerado o comprimento de 2200 m (após uma eventual ampliação), a classificação desta pista seria 3, pois teria um comprimento equivalente a 1595 m. Na realidade, fatores de correção maiores que 35% não devem ser adotados, devido à necessidade de estudos mais específicos. Porém, verifica-se que os valores obtidos apresentam uma boa margem de erros, isto é, indicam que dificilmente a classificação da pista seria 2.

De acordo com a OACI, a letra código para o aeródromo é dada pela *Tabela 3.4*. A *Tabela 3.5* mostra características da aeronave de projeto para classificar a pista.

Tabela 3.3: Fatores de correção recomendados pela OACI e fatores aplicados.

	Fator de correção recomendado	Situação da pista	Fator de correção aplicado
Altitude	+7% de comprimento para cada +300m de altitude	Aproximadamente 750m de altitude	17%
Temperatura	+1% de comprimento para cada +1°C de diferença entre a temperatura de referência do aeródromo e a temperatura padrão	Temperatura de referência = 28°C; Temperatura padrão (a 750m de altitude) = 10,2 °C	18%
Declividade	+1% de comprimento para cada $\pm 0,1\%$ de declividade longitudinal	Na fase de pré-projeto ainda não se sabe a declividade a ser adotada	-
Fator de Correção Global			$1,17 \times 1,18 = \mathbf{1,38}$

Tabela 3.4: Tabela para a determinação da letra código da pista de um aeródromo segundo a OACI.

Letra Código	Envergadura	Bitola da Aeronave de Projeto
A	<15m	<4,5m
B	$\geq 15\text{m}$ e < 24m	$\geq 4,5\text{m}$ e < 6,0m
C	$\geq 24\text{m}$ e < 36m	$\geq 6,0\text{m}$ e < 9,0m
D	$\geq 36\text{m}$ e < 52m	$\geq 9,0\text{m}$ e < 14,0m
E	$\geq 52\text{m}$ e < 65m	$\geq 9,0\text{m}$ e < 14,0m
F	$\geq 65\text{m}$	$\geq 14,0\text{m}$ e < 16,0m

Tabela 3.5: Características da aeronave de projeto para classificar a pista.

Aeronave	Envergadura (m)	Bitola da Aeronave de Projeto (m)
B767-200	47,57	10,9
B767-300	47,57	10,9
B767-400	51,90	10,9

Confrontando as *Tabelas 3.4 e 3.5*, nota-se que a letra código da pista é D. Portanto, a terceira pista recebe a classificação 3D.

3.4 Requisitos geométricos

No intuito de garantir uma operação segura e eficiente durante os procedimentos de pouso e decolagem, rolamento e estacionamento das aeronaves, deve-se seguir os padrões recomendados pela OACI, pelo DAC (Departamento de Aviação Civil) e pelo DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). A homologação do aeroporto junto ao Comando da Aeronáutica só é possível se estes padrões forem obedecidos.

Como a classificação da pista é 3D e considerando que a pista seja instrumentada com ILS, as seguintes características geométricas devem ser respeitadas:

Pista de pouso:

- Largura mínima da pista de pouso: 45 m;
- Largura mínima da pista de pouso mais acostamentos: 60 m;
- Declividade longitudinal efetiva máxima: 1%;
- Declividade longitudinal máxima por trechos: 1,50% (exceto no primeiro e último quarto do comprimento da pista, onde a declividade não pode exceder 0,8%);
- Mudança de declividade longitudinal: não pode superar 1,50% entre duas declividades longitudinais consecutivas.
- Curvas de concordância vertical: deverão ter raio de curvatura de pelo menos 15000m ou 0,2% a cada 30 m;
- Distância mínima entre mudanças de declividade longitudinal: o máximo entre 45m e $15000 \cdot |\Phi_1 + \Phi_2|$, onde Φ_1 e Φ_2 estão definidos na *Figura 3.3*;
- Declividade transversal recomendada: 1,5%;
- Área de giro: Para uma pista com largura de 45 m, a área de giro tem as dimensões usuais apresentados na *Figura 3.4*.
- Largura da faixa de pista: 300 m;
- Comprimento da faixa de pista: 60 m além de cada cabeceira da pista;
- Largura de faixa de pista altimetricamente trabalhada: variável (entre 150 e 210 m);

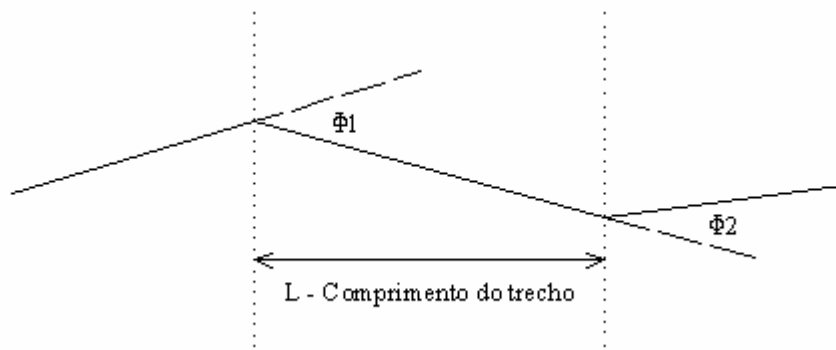


Figura 3.3: Esquema de mudança de declividade na pista de pouso/decolagem.

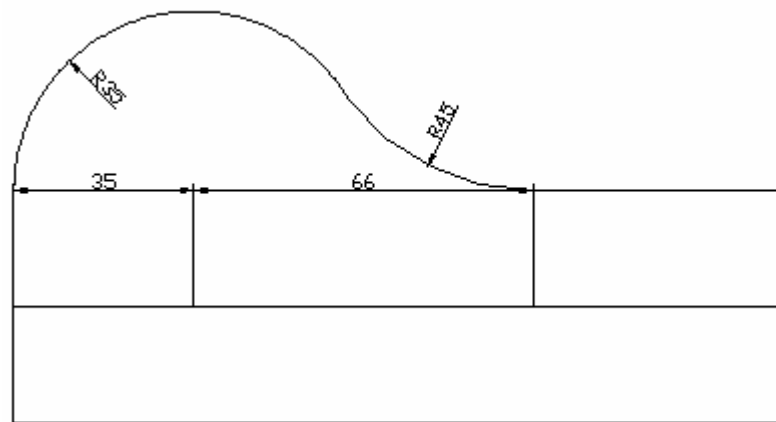


Figura 3.4: Dimensões recomendadas (em m) para a área de giro.

- Comprimento de faixa de pista altimetricamente trabalhada: 30 m após as cabeceiras deve ser terraplenado;
- Declividade longitudinal de faixa de pista altimetricamente trabalhada: acompanha a declividade da pista. Caso não seja possível fazer desta forma, o limite é de 1,75%;
- Declividade transversal de faixa de pista altimetricamente trabalhada: não deve exceder 2,5% (com exceção dos três primeiros metros após a borda da pista de pouso, onde a declividade pode chegar a 5%, com o intuito de agilizar a drenagem);
- Comprimento da RESA (Runway End Safety Area): pelo menos 90m a partir do fim da faixa de pista. O recomendado é 240m;
- Largura da RESA: pelo menos o dobro da largura da pista de pouso. O recomendado é que seja igual à largura da faixa de pista altimetricamente trabalhada;
- Declividade longitudinal descendente da RESA: no máximo 5%;
- Declividade transversal da RESA: no máximo 5%, tanto descendente quanto crescente;

- Distâncias entre pistas de pouso com operação independente: 1035 m (pode ser aumentada/diminuída, de acordo com a decalagem entre as pistas). Quando a cabeceira utilizada para a aproximação está deslocada para depois (antes) da cabeceira de decolagem, a distância entre os eixos das pistas deve ser aumentada (reduzida) em 30 m a cada 150 m de deslocamento.

Clearway (Zona Livre de Obstáculos): É uma área retangular, sobre a qual uma aeronave pode efetuar parte de sua subida inicial até uma altura especificada.

- Sua origem deve coincidir com a cabeceira da pista;
- Seu comprimento não deve exceder 50% da extensão da pista de pouso;
- A largura não poderá ser inferior a 75 m para cada lado do prolongamento do eixo da pista de pouso;
- Os obstáculos existentes no solo não poderão ultrapassar a rampa de 1,25%, medida a partir da cabeceira.

Stopway (Zona de Parada): É uma área retangular, situada no prolongamento do eixo da pista no sentido da decolagem, destinada e preparada como zona adequada à parada de aeronaves.

- Deve ter pelo menos 60 m de extensão e a largura deverá ser a mesma da pista de pouso.
- A declividade longitudinal do stopway segue as mesmas exigências aplicadas à pista de pouso (com exceção da limitação de 0,8% no primeiro e último quarto da pista).
- Na interseção da pista de pouso com o stopway, a curva vertical de concordância, quando necessário, deverá ter um raio de curvatura mínimo de 10000 m (0,3% a cada 30 m).

Pistas de rolamento:

- Largura mínima da pista de rolamento: 23,0 m;
- Largura mínima da pista de rolamento + acostamento: 38,0 m;
- Raio de curvas horizontais: depende da velocidade de rolamento da aeronave ($R=5,9142 \cdot 10^{-2} \times (V_{rol})$, com R em m e V_{rol} em km/h);
- Declividade longitudinal máxima de pista de rolamento: 1,5%;
- Raio de curvatura vertical para concordar trechos com declividades diferentes ao longo de pista de rolamento: 3000m ou 1% para cada 30m;
- Declividade transversal máxima para pista de rolamento: 1,5%;

- Ângulo de saídas rápidas recomendado: 30° (devendo obrigatoriamente estar entre 25° e 45°);
- Raio de curvatura de saídas rápidas: 550 m;
- Trecho reto após a curva de saídas rápidas deve ter um comprimento mínimo de 75m;
- Largura mínima de faixa de pista: 40,50 m;
- Largura mínima preparada: 19m, medida a partir do eixo da pista de rolamento;
- Declividade transversal crescente da faixa de pista: no máximo 2,5%;
- Declividade transversal decrescente da faixa de pista: no máximo 5,0%;
- Distância mínima entre pista de rolamento e pista de pouso: 176,00 m;
- Distância mínima entre pistas de rolamento: 66,50 m;
- Distância mínima entre pista de rolamento e obstáculos: 40,50 m;
- Distância mínima entre pista de rolamento destinada ao estacionamento de aeronave e obstáculos: 36,00 m;
- Distância mínima entre o bordo externo do trem de pouso e o bordo do pavimento: 4,50 m;

4 Projeto Geométrico Horizontal

4.1 Proposta Original

O projeto geométrico proposto pela INFRAERO não obedece a um dos requisitos do Anexo 14 da OACI: a distância proposta entre pista de pouso e a pista de pista de rolamento mais próxima é de apenas 120 m, quando é necessário 176 m. A distância de 120 m obedece a normas da FAA, mas não da OACI, que são necessárias para se homologar um aeroporto no Brasil. Assim, propôs-se duas alternativas para o projeto geométrico, de forma a atender o Anexo 14 da OACI.

4.2 Alternativas Estudadas

Propôs-se duas alternativas ao projeto geométrico (Apêndices A e B), de forma que ambas obedecem a todos os requisitos do Anexo 14 da OACI.

A primeira alternativa (Apêndice A) consistia simplesmente em afastar a pista de pouso de modo que fosse obedecida a distância de 176 m entre a pista de pouso e a pista de rolamento mais próxima. A desvantagem desta solução é o fato de requisitar uma área maior, o que implica não só em maior área desapropriada, mas também num desvio mais extenso do rio Baquirivu e na necessidade da realização de novos estudos (como de ruído e rampa de aproximação). Assim, esta alternativa seria mais cara, mas atenderia aos critérios do Anexo 14 da OACI.

A segunda alternativa proposta (Apêndice B) foi a adoção de uma pista de rolamento menor, isto é, que não estivesse posicionada ao longo de toda a pista de pouso, e a colocação de uma área de giro (turn-around) na cabeceira 09. Como os pousos são realizados, na maioria das vezes (cerca de 80% das operações), pela cabeceira 09, esta área de giro não seria muito utilizada, podendo a aeronave sair para a pista de rolamento por uma das duas saídas rápidas presentes ao longo da pista. A área de giro só seria utilizada para pousos realizados pela cabeceira 27. As desvantagens desta segunda alternativa são: a relativa perda de operacionalidade, isto é, o aumento do tempo de ocupação da pista de pouso, e a criação de

obstáculos para possíveis futuras ampliações da terceira pista. Caso a pista viesse, no futuro, a ser utilizada para decolagens, por exemplo, ocorreria um problema operacional sério, pois a aeronave teria de taxiar ao longo de quase toda a pista de pouso antes de decolar.

4.3 Configuração Adotada

Como a principal razão para a construção da terceira pista de Guarulhos é a necessidade de se aumentar a operacionalidade do aeroporto, isto é, permitir um maior número de operações, não se justifica adotar uma solução como a segunda, que apresenta problemas operacionais grandes. Mesmo que a primeira alternativa seja mais cara, esta foi a escolhida e que serve de base para o projeto de Terraplenagem.

4.4 Cálculo de Sobrelarguras

Para o cálculo das sobrelarguras foi utilizado o *Método arco e tangente para o traçado de sobrelarguras da OACI* que consta em [11]. A seguir está exemplificado o método para uma das curvas da geometria proposta (curva 6). A numeração das curvas pode ser vista no Apêndice A.

O comprimento datum d de uma aeronave é definido pela distância entre o ponto que se localiza no eixo da pista sobre a cabine do piloto até o eixo do trem de pouso principal, conforme mostra a *Figura 4.1*.

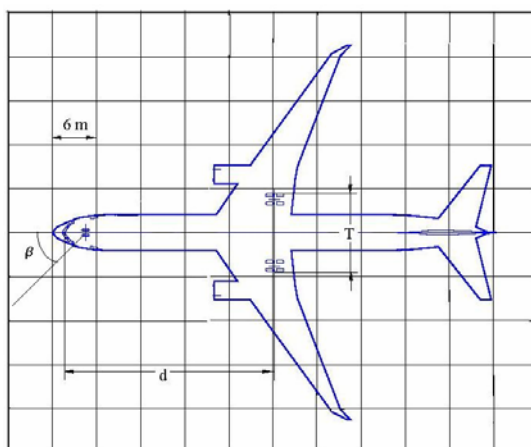


Figura 4.1: Valores de d e T para o B767-400.

A aeronave de projeto tem um comprimento datum $d = 29\text{m}$. A distância entre as bordas externas dos pneus externos do trem de pouso principal é $T = 10,9\text{m}$.

A curva 6 da geometria proposta tem um raio $R = 39,0\text{m}$, largura $X = 23,0\text{m}$ e mudança de direção na pista de rolamento $\Delta = 150^\circ$. O valor da margem de segurança recomendada pela OACI para a classificação 3D é de $M = 4,5\text{m}$. Utilizando o ábaco da *Figura 4.2* obtém-se o valor de $\lambda_{\max}$ (máximo valor de desvio de trilha do trem de pouso principal), em porcentagem do comprimento d . Sabendo que $R/d = 39\text{m}/29\text{m} = 1,345$, obtém-se $\lambda_{\max} = 40\% \times d$, isto é, $\lambda_{\max} = 11,6\text{m}$. O raio de sobrelargura é dado então pela equação :

$$r = R - (\lambda_{\max} + M + T/2).$$

Assim,

$$r = 39\text{m} - (11,6\text{m} + 4,5\text{m} + 10,9\text{m}/2) = 17,45\text{m}.$$

O valor do desvio residual do trem de pouso, alcançado no fim da curva é dado pela equação:

$$\lambda = X/2 - (M + T/2).$$

Logo,

$$\lambda = 23\text{m}/2 - (4,5\text{m} + 10,9\text{m}/2) = 1,55\text{m}.$$

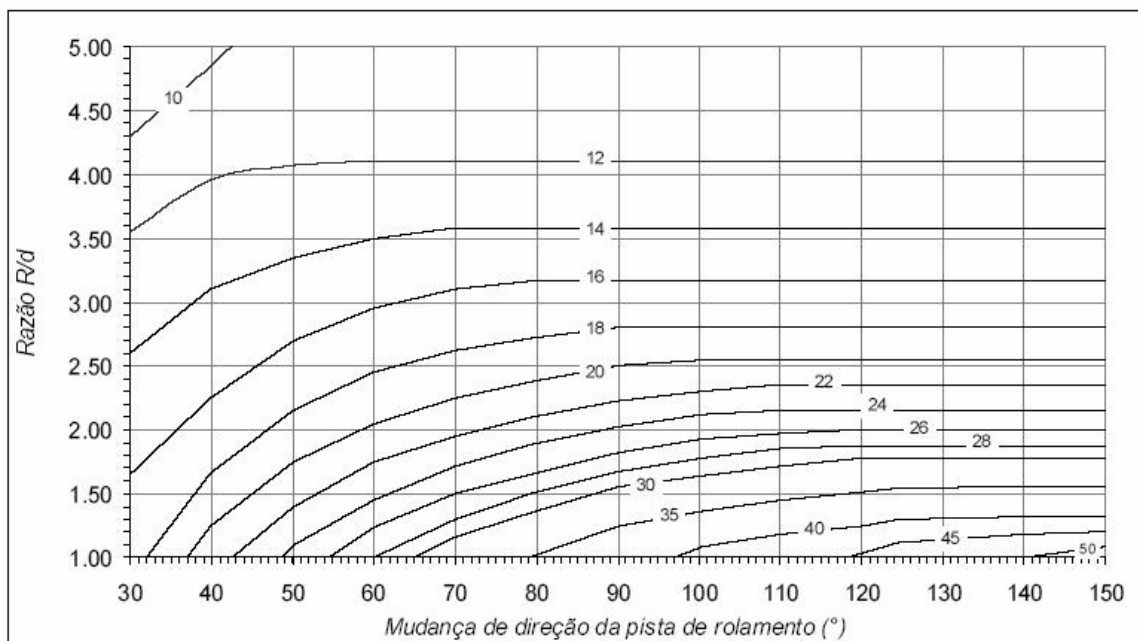


Figura 4.2: Ábaco para a determinação de $\lambda_{\max}$, desvio máximo do trem de pouso principal, em porcentagem do comprimento datum.

Utilizando o ábaco da *Figura 4.3*, obtém-se o valor do ângulo $\beta_{\max} = 2,5^\circ$, que representa o ângulo de esterçamento em função do máximo desvio do trem de posuo principal.

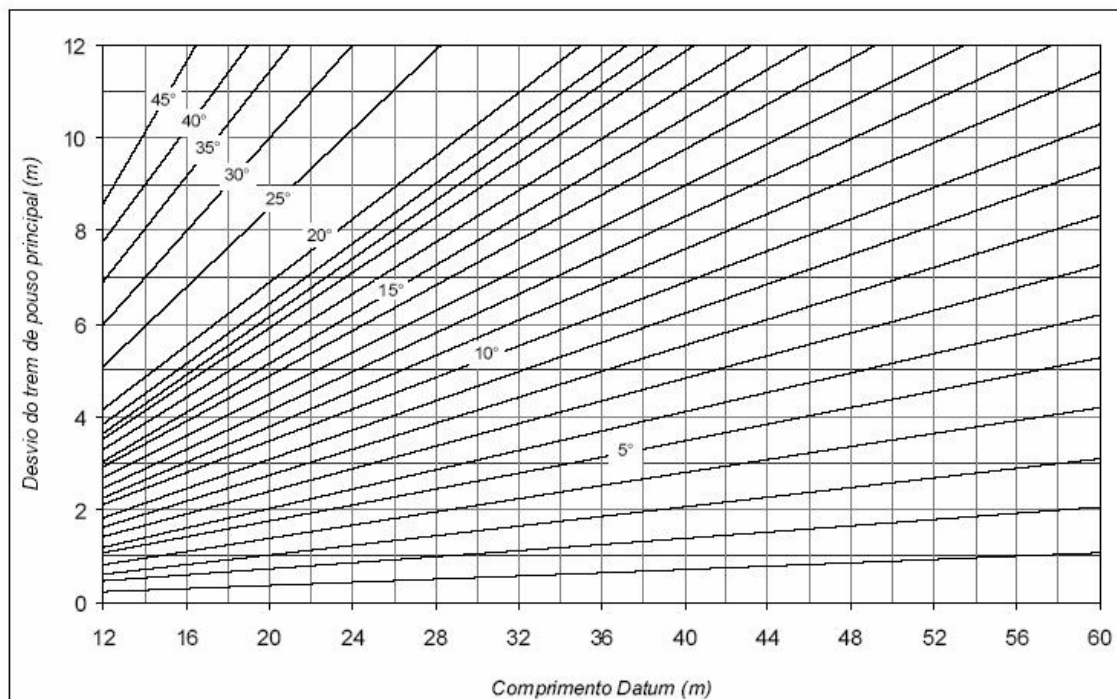


Figura 4.3: Ábaco para a determinação de $\beta_{\max}$.

Do ábaco da *Figura 4.4*, obtém-se o valor do ângulo de giro residual, $\beta = 44^\circ$, correspondente ao desvio residual λ .

Por fim, entrando com os valores de $\beta_{\max}$ e β no ábaco da *Figura 4.5*, obtém-se os valores das distâncias percorridas ao longo da linha de centro da pista de rolamento, L_1 e L_2 , respectivamente. Assim, como $\beta = 44^\circ$, $L_2 = 10,5\text{m}$. Porém, este gráfico só é utilizado para ângulos maiores que 5° , ou seja, como $\beta_{\max} < 5^\circ$, L_1 deve ser obtido com auxílio da *Tabela 4.1*.

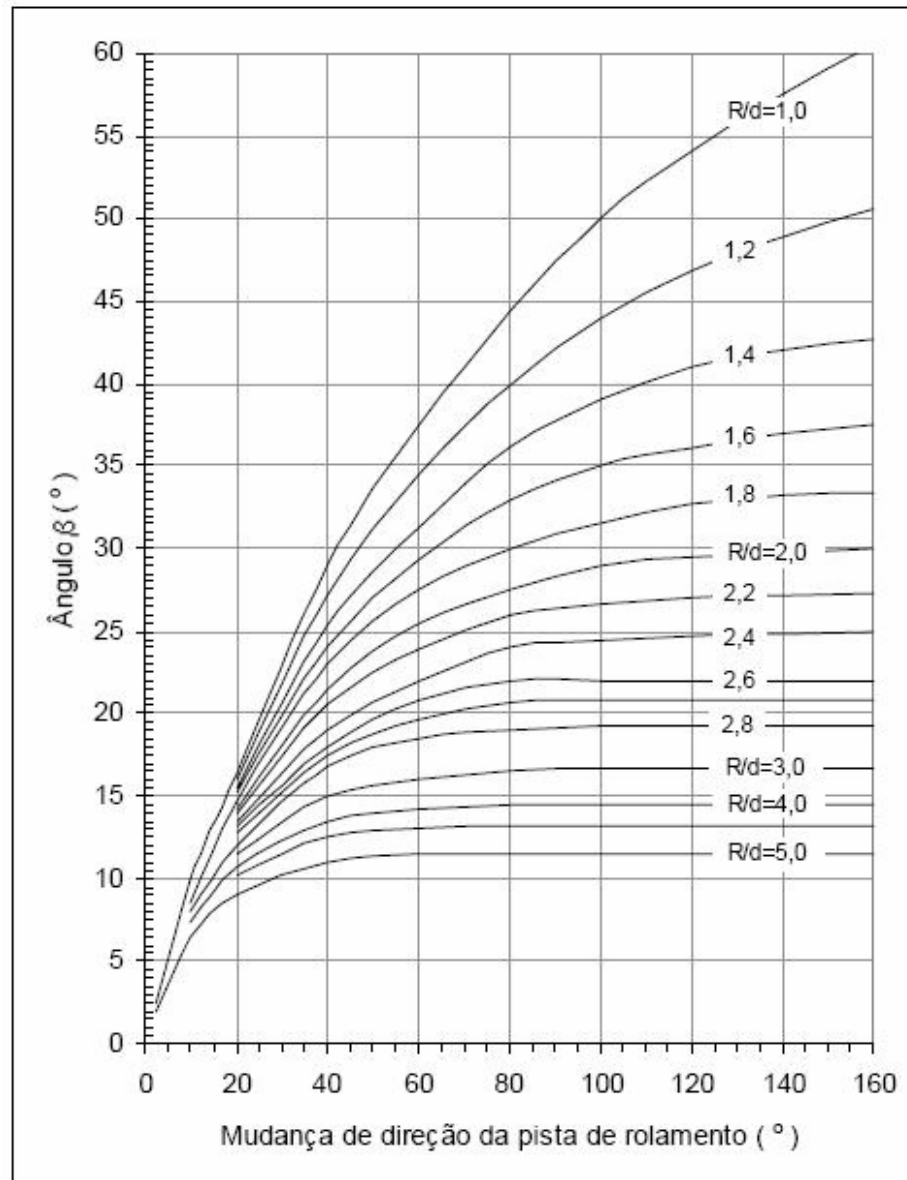


Figura 4.4: Ábaco para a determinação de β .

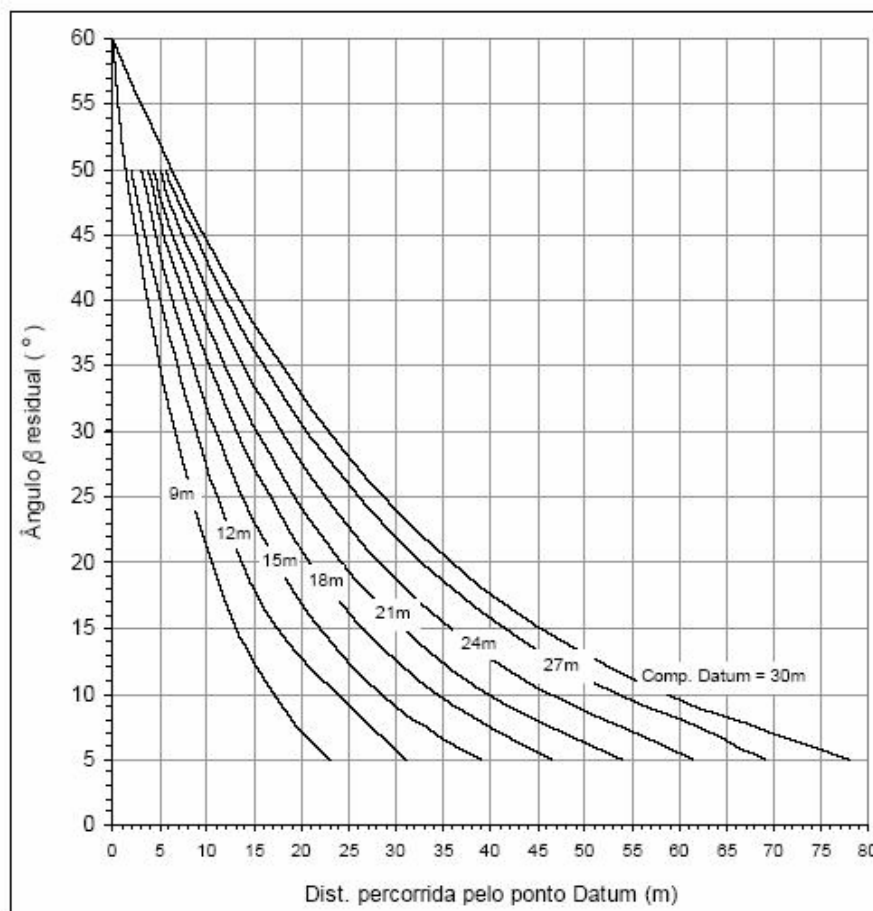


Figura 4.5: Ábaco para a determinação de L_1 e L_2 .

Tabela 4.1: Coeficiente a ser multiplicado pelo comprimento datum d , para resultar no ponto percorrido pelo ponto datum.

Ângulo β Residual (°)	0°	1°	2°	3°	4°
.0°	-	4,22	3,53	3,12	2,83
.1°	6,55	4,12	3,48	3,09	2,80
.2°	5,85	4,04	3,43	3,05	2,77
.3°	5,44	3,96	3,39	3,02	2,75
.4°	5,15	3,89	3,34	2,99	2,73
.5°	4,93	3,82	3,30	2,96	2,71
.6°	4,74	3,75	3,26	2,93	2,69
.7°	4,59	3,69	3,23	2,91	2,67
.8°	4,45	3,63	3,19	2,88	2,64
.9°	4,33	3,58	3,15	2,85	2,62

Como $\beta_{\max}=2,5^\circ$, então

$$L_1 = 3,30 \times d = 95,7\text{m}.$$

L_3 é definido como a distância necessária para o conjunto do trem de pouso reduzir do ângulo de esterçamento $\beta_{\max}$ para o ângulo β . Assim,

$$L_3 = L_1 - L_2 = 95,7\text{m} - 10,5\text{m} = 85,2\text{m}.$$

A distância L , necessária para o conjunto do trem de pouso retornar ao centro de pista de rolamento será então a diferença entre o comprimento L_3 e o comprimento datum. Assim,

$$L = L_3 - d = 85,2\text{m} - 29,0\text{m} = 56,2\text{m}.$$

As demais curvas seguem este mesmo procedimento para a determinação da sobrelargura. O resultado pode ser visto na *Tabela 4.2*. Os valores de λ , $\beta_{\max}$ e L_1 foram suprimidos da tabela, pois são iguais para todas as curvas.

Tabela 4.2: Valores da sobrelargura calculados para todas as curvas.

Curva	Raio (m)	R/d	Δ (°)	$\lambda_{\max}$ (m)	r (m)	β (°)	L_2 (m)	L_3 (m)	L (m)
1	30	1,03	150	14,8	5,3	57,5	10,5	85,2	56,2
2	56,5	1,95	30	4,5	42,1	18,5	38,5	57,2	28,2
3	31,5	1,09	150	14,5	7,1	54,0	11,0	84,7	55,7
4	550	18,97	30	-	-	-	-	-	-
5	45	1,55	30	4,8	30,3	19,5	38,5	57,2	28,2
6	39	1,34	150	11,6	17,5	44,0	15,0	80,7	51,7
7	49	1,69	30	4,6	34,4	19,0	38,5	57,2	28,2
8	31,5	1,09	150	14,5	7,1	54,0	11,0	84,7	55,7
9	71,5	2,47	30	4,2	57,3	16,0	37,0	58,7	29,7
10	71,5	2,47	30	4,2	57,3	16,0	37,0	58,7	29,7
11	29	1,00	150	15,1	4,0	59,0	10,0	85,7	56,7
12	111,5	3,84	90	3,6	97,9	15,0	37,5	58,2	29,2
13	26	0,90	30	5,1	11,0	23,5	30,0	65,7	36,7
14	111,5	3,84	90	3,6	97,9	15,0	37,5	58,2	29,2

Apenas como ilustração, a *Tabela 4.3* mostra a velocidade máxima em que uma aeronave pode taxiar nas curvas da geometria proposta, que varia em função do raio da curva.

Tabela 4.3: Velocidades máximas que podem ser adotadas nas curvas da geometria proposta.

Curva	Raio (m)	Velocidade de Rolamento (km/h)
1	30,0	22,5
2	56,5	30,9
3	31,5	23,1
4	550,0	96,4
5	45,0	27,6
6	39,0	25,7
7	49,0	28,8
8	31,5	23,1
9	71,5	34,8
10	71,5	34,8
11	29,0	22,1
12	111,5	43,4
13	26,0	21,0
14	111,5	43,4

5 Determinação da Espessura Total de Pavimento

5.1 Mix de Aeronaves

O projeto de pavimentação segue os critérios impostos pela FAA. Na verdade, busca-se apenas o valor da espessura total do pavimento, não importando os valores da espessura de cada camada, visto que o objetivo deste trabalho é calcular os volumes terraplenagem. Assim, não se deve trabalhar com as cotas do pavimento acabado, e sim com as cotas do caixão, isto é, do subleito do pavimento.

Para determinação da espessura do pavimento, deve-se levar em consideração o MIX de aeronaves que utilizará a terceira pista. Este MIX será estimado baseado no *Estudo de Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros* [6], feito pelo IAC. O projeto de pavimentação levará em consideração o tráfego previsto para 2013, considerando que esta seja a data aproximada de início das operações na terceira pista. Nesse ano a movimentação média prevista pelo IAC é dada pela *Tabela 5.1*.

Tabela 5.1: Estimativa média do tráfego de aeronaves em 2013 (pousos + decolagens).

Tráfego		Estimativa Média para 2013
Passageiros	Doméstico Regular	128.576
	Internacional Regular	101.829
	Doméstico Não Regular	31.761
	Internacional Não Regular	470
	Aviação Geral	13.850
Cargueiras	Doméstico Regular	2.544
	Internacional Regular	353
	Doméstico Não Regular	32.722
	Internacional Não Regular	1.409
Total		313.514

Para estimar o tráfego na terceira pista, considerar-se-á que 50% das operações serão de pouso e o restante de decolagens. Além disso, será considerado que 65% dos pousos serão efetuados

na terceira pista, com exceção das aeronaves que excedam o tamanho do B767. As demais aeronaves pousariam na pista 09R/27L. De acordo com o estudo do IAC, a previsão para o MIX de aeronaves em 2013 é dado pela *Tabela 5.3*. Na *Tabela 5.2*, indica-se qual o tamanho (em número de passageiros) das aeronaves correspondentes a cada faixa do MIX.

Tabela 5.2: Classificação da aeronave em função das faixas do MIX.

Faixa	Número de Passageiros
1	Entre 8 e 18
2	Entre 19 e 30
3	Entre 31 e 60
4	Entre 61 e 130
5	Entre 131 e 180
6	Entre 181 e 260
7	Entre 261 e 450
8	Acima de 451

Tabela 5.3: Estimativa do MIX de aeronaves que utilizam o aeroporto de Guarulhos.

Ano	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5	Faixa 6	Faixa 7	Faixa 8
Tráfego Doméstico Regular								
2002	-	-	8%	67%	15%	7%	2%	-
2008	-	5%	5%	53%	19%	12%	6%	-
2013	-	3%	5%	46%	25%	13%	8%	-
2023	-	2%	5%	37%	26%	15%	15%	-
Tráfego Internacional Regular								
2002	-	-	-	26%	11%	34%	29%	-
2008	-	-	-	25%	10%	35%	30%	-
2013	-	-	-	20%	8%	35%	32%	5%
2023	-	-	-	12%	5%	38%	35%	10%

Fonte: IAC

Como critério de projeto, considerar-se-á que o MIX para as aeronaves de tráfego não regular é igual ao das aeronaves de tráfego regular. Além disso, considerar-se-á que as aeronaves cargueiras possuem o mesmo MIX que as aeronaves de passageiros e que as aeronaves de

aviação geral possuem o mesmo MIX que as aeronaves de tráfego doméstico regular. Com estas considerações, o MIX de aeronaves em 2013 seria dado pela *Tabela 5.4*.

O B767-400 em sua configuração básica (2 classes: econômica e 1ª classe) possui 296 assentos, mas a capacidade pode chegar a 409 passageiros (apenas classe econômica). Assim, a aeronave de projeto se encontra na faixa 7 (entre 261 e 450 passageiros). Logo, para o projeto de pavimentação, exclui-se as aeronaves que estão na faixa 8 (acima de 450 passageiros), pois estas aeronaves não pousariam na terceira pista. Na *Tabela 5.4*, a indicação do tipo das aeronaves é feita por sigla. Assim, P indica aeronave de passageiros e C de cargas, D indica vôos domésticos e I internacionais, R significa vôos regulares e NR vôos não regulares. Por fim, AG indica as aeronaves de aviação geral.

Tabela 5.4: Estimativa do MIX de aeronaves que utilizarão o aeroporto de Guarulhos em 2013.

	Faixa 1	Faixa 2	Faixa 3	Faixa 4	Faixa 5	Faixa 6	Faixa 7	Faixa 8	Total
Tráfego Doméstico									
P D R	-	3857	6429	59145	32144	16715	10286	-	128576
P D NR	-	953	1588	14610	7940	4129	2541	-	31761
P AG	-	416	693	6371	3463	1801	1108	-	13852
C D R	-	76	127	1170	636	331	204	-	2544
C D NR	-	982	1636	15052	8181	4254	2618	-	32723
Tráfego Internacional									
P I R	-	-	-	20366	8146	35640	32585	5091	101828
P I NR	-	-	-	94	38	165	150	24	471
C I R	-	-	-	71	28	124	113	18	354
C I NR	-	-	-	282	113	493	451	70	1409
Total	-	6284	10473	117161	60689	63652	50056	5203	313518
Pousos	-	3142	5237	58581	30345	31826	25028	2602	156759
Pousos na 3ª Pista	-	2042	3404	38077	19724	20687	16268	-	100202

Como forma de realizar os cálculos necessários ao projeto de pavimentação, utilizou-se as aeronaves descritas na *Tabela 5.5*, respeitando as faixas indicadas na *Tabela 5.2*.

Tabela 5.5: Dados das aeronaves necessários ao projeto de pavimentação.

Faixa	Aeronave Considerada	Número de Assentos	PMD (kg)	Pousos/ano	Pressão dos pneus (kgf/cm ²)	P _{TP} /"Perna" (%)	Tipo de eixo
1	-	-	-	-	-	-	-
2	EMB-120	30	11990	2042	10,00*	45*	ESRD**
3	ERJ-145	50	20990	3404	10,00*	45*	ESRD**
4	Embraer 170	78	35990	38077	10,00*	45*	ESRD**
5	B737	177	79010	19724	14,41	46	ESRD**
6	A310	220	150000	20687	15,00*	45*	ETD***
7	B767-400	296	204170	16268	15,11	47	ETD***
8	-	-	-	-	-	-	-

* valores estimados;

** Eixo Simples de Rodas Duplas;

*** Eixo Tandem Duplo.

5.2 Pavimento Flexível

O material das sete jazidas que serão utilizadas para a execução do aterro apresentou um CBR médio igual a 9,0 e desvio padrão igual a 3,9. Assim, para o projeto de pavimentação será considerado que o solo terá um CBR igual a média menos um desvio padrão, isto é, deve-se trabalhar estatisticamente a favor da segurança (pouco mais de 65% das amostras têm CBR maior que a média menos um desvio padrão). Logo, será considerado que o material do aterro terá CBR = 5.

Com os dados das Tabelas 5.4 e 5.5 e consultando os ábacos de pavimentação de cada aeronave, obtém-se as espessuras totais de pavimento flexível necessários para cada uma das aeronaves, que consta na Tabela 5.6.

Pela Tabela 5.6, a aeronave de projeto de pavimentação é o B767-400, pois requer uma espessura maior de pavimentação. Deve-se verificar qual a equivalência entre o número de operações das demais aeronaves e a aeronave de projeto. A Tabela 5.7 apresenta qual o fator de correção entre eixos que deve ser adotada para cada aeronave.

Tabela 5.6: Espessura de pavimento necessário para cada aeronave.

Aeronave	Espessura do pavimento (polegadas)	Espessura do pavimento (centímetros)
EMB-120	14	36
ERJ-145	18	46
Embraer 170	29	74
B737	42	107
A310	50	127
B767-400	55	140

Tabela 5.7: Fator de correção entre os eixos das aeronaves e o eixo da aeronave de projeto.

Aeronave	Eixo	Coefficiente de Correção
EMB-120	ESRD	0,6
ERJ-145	ESRD	0,6
Embraer 170	ESRD	0,6
B737	ESRD	0,6
A310	ETD	1,0

O número de decolagens das demais aeronaves equivalente ao B767-400 é encontrado pela relação:

$$\log R_1 = \log R_2 \times (W_2/W_1)^{0,5}$$

onde: R_1 : número de pousos equivalente ao da aeronave de projeto;

R_2 : número de pousos corrigido da aeronave em questão;

W_1 : carga dos pneus da aeronave de projeto;

W_2 : carga dos pneus da aeronave em questão (multiplicado pelo fator de correção entre os eixos).

Assim, obtém-se o número de pousos anuais de cada aeronave equivalente à aeronave de projeto, como mostra a *Tabela 5.8*.

Portanto, o número equivalente de pousos por ano da aeronave de projeto é de 26412. Do ábaco do B767-400 (ver *Figura 5.1*), verificou-se que a espessura mínima de pavimento flexível necessária é de 60" (150 cm) e que a espessura mínima de concreto asfáltico é de 5" (13cm), considerando um revestimento de CBUQ.

Tabela 5.8: Pousos anuais de cada aeronave equivalentes à aeronave de projeto.

Aeronave	PMD (kg)	W₁ (kg)	W₂ (kg)	R₂ (pousos)	R₁ (pousos)
EMB-120	11990	23990	2698	2042	13
ERJ-145	20990	23990	4723	3404	37
Embraer 170	35990	23990	8098	38077	459
B737	79010	23990	18172	19724	5471
A310	150000	23990	16875	20687	4165
B767-400	204170	23990	23990	16268	16268
				Total	26412

Como o objetivo deste trabalho é apresentar o projeto de terraplenagem, o interessante neste momento é apenas calcular a espessura total de pavimento, e não criar diversas alternativas com relação às subcamadas e escolher a que seja mais econômica, mesmo porque os preços dos materiais podem variar de acordo com a época da realização das obras. Uma alternativa para diminuir a espessura total de pavimento seria adotar pavimento semi-rígido, mas este tipo de pavimento não está previsto no plano diretor do aeroporto (Anexo A).

Como o acostamento não é destinado ao tráfego de aeronaves, mas apenas a proteger as turbinas das aeronaves mais largas, utiliza-se nesta região apenas as espessuras mínimas construtivas, isto é, 5 cm de CBUQ e 15 cm de base (brita graduada), totalizando 20 cm.

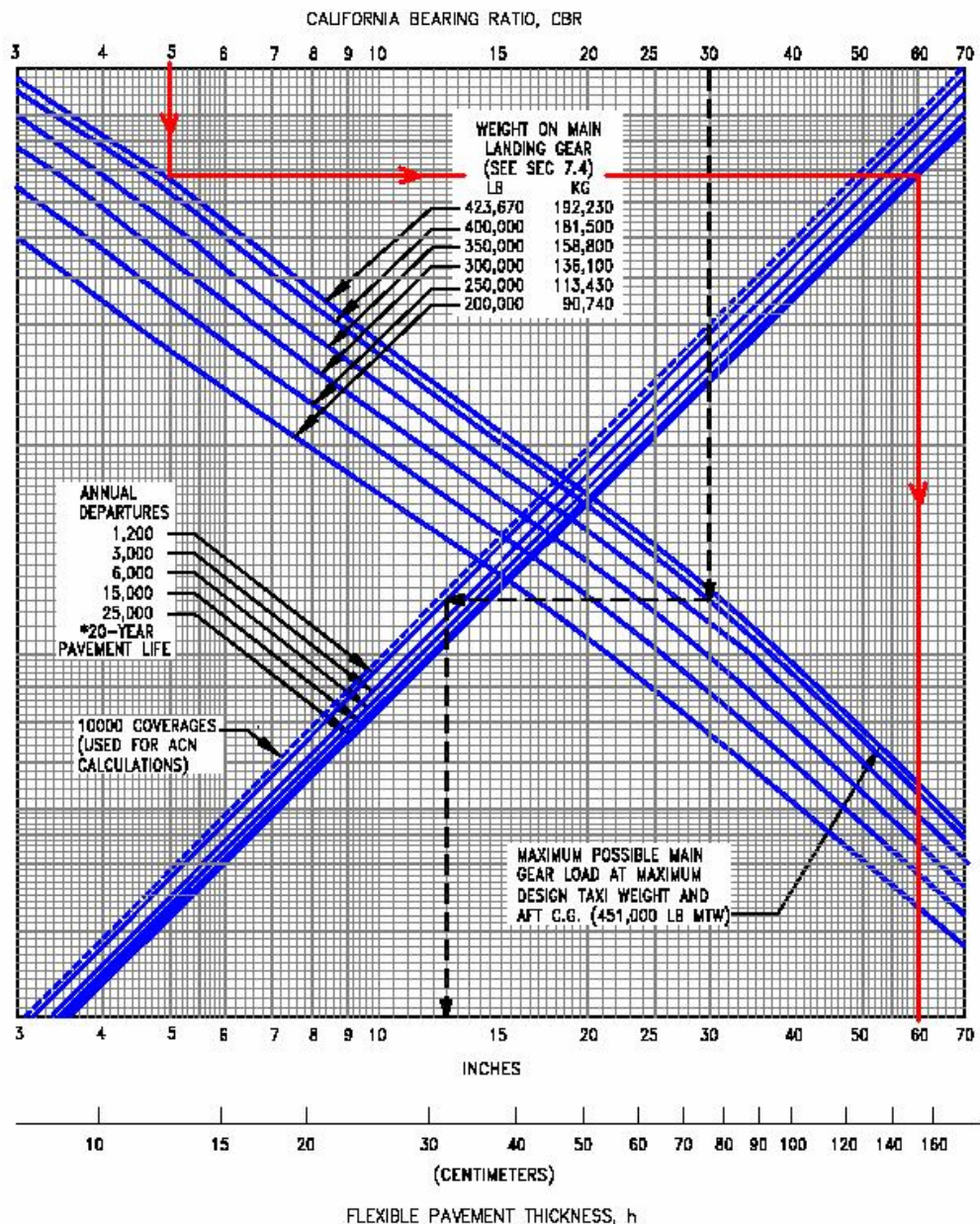


Figura 5.1: Ábaco para a determinação da espessura de pavimento flexível para o B767-400.

5.3 Pavimento Rígido

Primeiramente, determina-se as seguintes variáveis de forma empírica (considerando-se o CBR do subleito de 5 e sub-base de cascalho arenoso com espessura de 10", por exemplo):

Módulo de Resiliência: $M_R = 100 \times \text{CBR} = 100 \times 5 = 500 \text{ kgf/cm}^2 = 7105 \text{ psi}$;

$E = M_R / 3 = 2368 \text{ psi}$;

$K_{SL} = E / 19,4 = 122 \text{ pci}$;

$K_{SB} = 550 \text{ psi}$.

A partir de ábaco fornecido pela FAA: $K = 200 \text{ pci}$.

De forma análoga ao pavimento flexível, determina-se as espessuras de pavimento necessárias para cada aeronave, com o CBR do subleito igual a 5. Tais informações, retiradas dos ábacos apropriados de pavimento rígido para cada aeronave, estão representados na *Tabela 5.9*.

Tabela 5.9: Determinação da aeronave de projeto para o caso de pavimento rígido.

Aeronave	Espessura do pavimento (polegadas)	Espessura do pavimento (centímetros)
EMB-120	7	18
ERJ-145	8,5	22
Embraer 170	15	38
B737	16	41
A310	21	53
B767-400	21	53

Da *Tabela 5.9*, conclui-se que a aeronave de projeto é o B767-400 também para o caso de pavimento rígido. Do dimensionamento para pavimento flexível, tem-se que o número equivalente de pousos por ano da aeronave de projeto é 26412.

Do ábaco da aeronave de projeto, tem-se que a espessura necessária de concreto de cimento portland é de 22", conforme mostra a *Figura 5.2*.

Assim como no caso de pavimento flexível, só é necessário calcular a espessura total do pavimento rígido, ou seja, não é necessário calcular a distância entre as juntas de dilatação (transversal e longitudinal) nem o espaçamento e a determinação das barras de ligação.

Assim, obteve-se um pavimento rígido com espessura de 32", ou 82 cm (22" de concreto e 10" de sub-base).

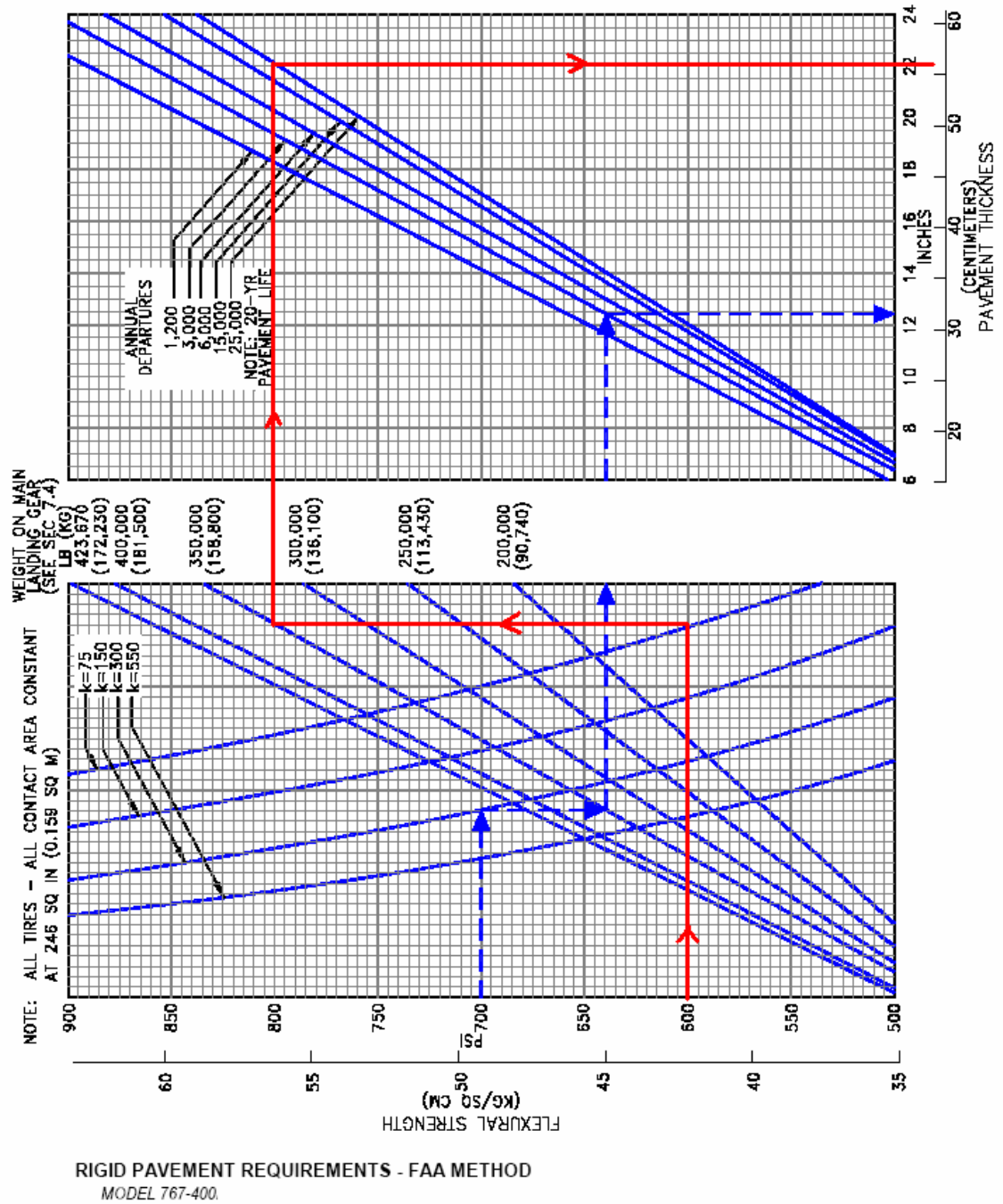


Figura 5.2: Ábaco para a determinação da espessura de pavimento rígido para o B767-400.

6 Aterro com Sobrecarga

O aterro com sobrecarga foi a solução geotécnica proposta por uma empresa contratada pela INFRAERO [12] para o projeto de execução da terraplenagem. Esta solução busca contornar o problema de grandes recalques que deve ocorrer durante a implantação do aterro devido à presença de um solo mole bastante compressível na região. Deve-se executar um aterro acima da cota de projeto, de modo a garantir que após um determinado período, os recalques estejam estabilizados e seja possível retirar a sobrecarga até a cota final de projeto.

6.1 Descrição das Áreas

Há um projeto geotécnico [12] que relata a existência de solo compressível (argila mole e muito mole), com áreas críticas nas cabeceiras, no bolsão central da pista e em parte da área do pátio. Nessas áreas há uma espessura muito grande de argila mole ou muito mole. O projeto prevê a execução de um aterro com sobrecarga sobre um colchão drenante e um tempo de 18 meses para que ocorra o recalque.

Deve-se colocar placas para monitoração do recalque. A instrumentação tem como objetivo auxiliar a tomada de decisões com relação ao início do descarregamento e execução das pistas. Caso os recalques se estabilizem antes do previsto, o início desta fase executiva poderá ser antecipado. Entretanto, caso se protele muito o início destas, é possível que os recalques sejam maiores que o previsto devido à sobrecarga.

Nas áreas críticas (onde a espessura de solo mole ou muito mole ultrapassa cerca de 4 m) está previsto a colocação de uma malha triangular de drenos verticais que aceleraria o recalque. Considerando que o fluxo de água nas regiões com drenos verticais seja predominantemente horizontal, determinou-se que a distância entre os drenos deve ser de 2 m. Tais considerações podem ser observadas na *Figura 6.1*, que mostra o perfil do solo ao longo do eixo da pista.

O desvio do rio Baquirivu deve ser executado antes o início do aterro na cabeceira 09. Para facilitar a solução do projeto, dividiu-se a área a ser terraplenada em seis, em função das

características geotécnicas e da solução proposta em cada uma (como a presença ou não de drenos verticais e geometria do aterro).

O aterro com sobrecarga deve ser executado de tal forma que, após os 18 meses de recalque, o aterro ainda esteja acima da cota de projeto para a pista. O material excedente serviria não só para a regularização do solo, mas também para a regularização dos taludes e para deposição na área denominada A6. Como o recalque máximo observado será em torno de 1 m (conforme será mostrado adiante), optou-se por uma sobrecarga de 2 m de aterro. Esta sobrecarga é suficiente para que, quando retirada, o recalque esteja estabilizado, isto é, o recalque ocorrido em 18 meses com sobrecarga é maior que o recalque em tempo infinito sem a sobrecarga.

A localização das áreas descritas a seguir pode ser vista no Apêndice G.

Área A1:

Nesta área a altura do aterro varia entre 7 e 11 m, sem considerar a sobrecarga de 2 m. Nesta região é necessário a utilização dos drenos verticais, pois as espessuras de solo compressíveis chegam a 7 m.

Área A2:

As espessuras de solo compressível são pequenas (de 2 a 3 m), não havendo necessidade da utilização de drenos. Mas deve-se utilizar a sobrecarga de 2 m de aterro, pois a altura do aterro varia de 2,5 a 8 m.

Área A3:

Deve-se colocar drenos numa região que vai de 23,4 m ao norte do eixo da pista de pouso a 126,7 m ao sul. Na região da pista de taxiamento não é necessário utilizar os drenos.

Área A4:

As características são semelhantes às da área 2, ou seja, utiliza-se a sobrecarga, mas não os drenos.

Área A5:

As alturas de aterro e espessuras de solos compressíveis nesta área são bastante elevadas. A altura do aterro chega a alcançar 9 m, sem considerações de sobrecarga. As camadas de solos

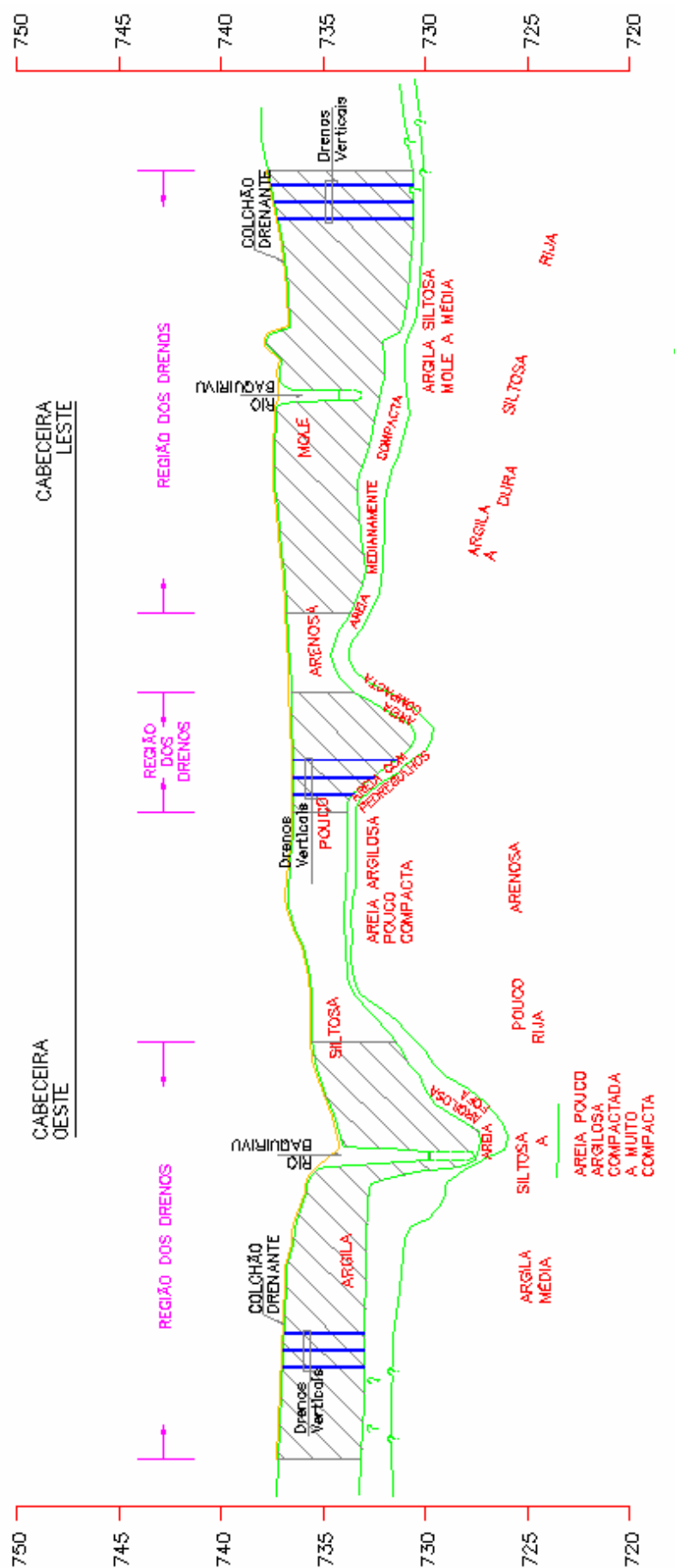


Figura 6.1: Perfil do solo ao longo do eixo da pista.

compressíveis variam de 2 a 6 m de espessura e os aterros terão alturas de 2,5 a 8 m de altura. Utiliza-se os drenos verticais.

Área A6:

Esta área será objeto do projeto da pista de rolamento de ligação entre as pistas de pouso e decolagem. As cotas do terreno natural variam de 737 a 742 m, ou seja, os aterros nesta região podem ter alturas de até 5 m, considerando-se que a cota da pista existente nas proximidades desta área é da ordem de 742 m. Segundo levantamentos topográficos dos anos 70, trata-se de uma antiga área de lavra de areia, que após esgotada, foi preenchida com solo de baixa resistência, proveniente provavelmente de material fino de dragagem e escavação. Observa-se a existência de lagos de grande profundidade e as camadas de solo compressível apresentam espessuras de até 12 m.

6.2 Previsão dos Recalques

Estudou-se a evolução dos recalques com o tempo para duas situações: com drenos e sem drenos, já considerando uma sobrecarga de 2 m de aterro.

No caso da área A1, observa-se que a utilização de drenos acelera o processo de adensamento (*Figura 6.2*). Para um aterro de 13 m, e 8 m de espessura de argila compressível (situação crítica), na situação sem drenos, observou-se que 42% dos recalques teriam ocorrido após 18 meses, enquanto que, com drenos, 92% dos recalques já teriam ocorrido. Em termos absolutos, isto significa que recalques da ordem de 60 cm ainda ocorreriam após este período, caso não se utilizasse drenos verticais.

Será necessário a utilização de sobrecarga de 2 m para compensar os recalques que ocorrerão e para que, com o descarregamento do aterro até a cota final de projeto geométrico da pista, após 18 meses de adensamento, ocorresse a estabilização dos recalques. A *Figura 6.3* apresenta a evolução dos recalques para as alturas de aterro de 13 m (configuração inicial com a sobrecarga), e com 11 m (na sua configuração final sem a sobrecarga). Observa-se que ao final de 18 meses para estas condições os recalques estariam estabilizados e poderia se efetuar o descarregamento para a cota de projeto.

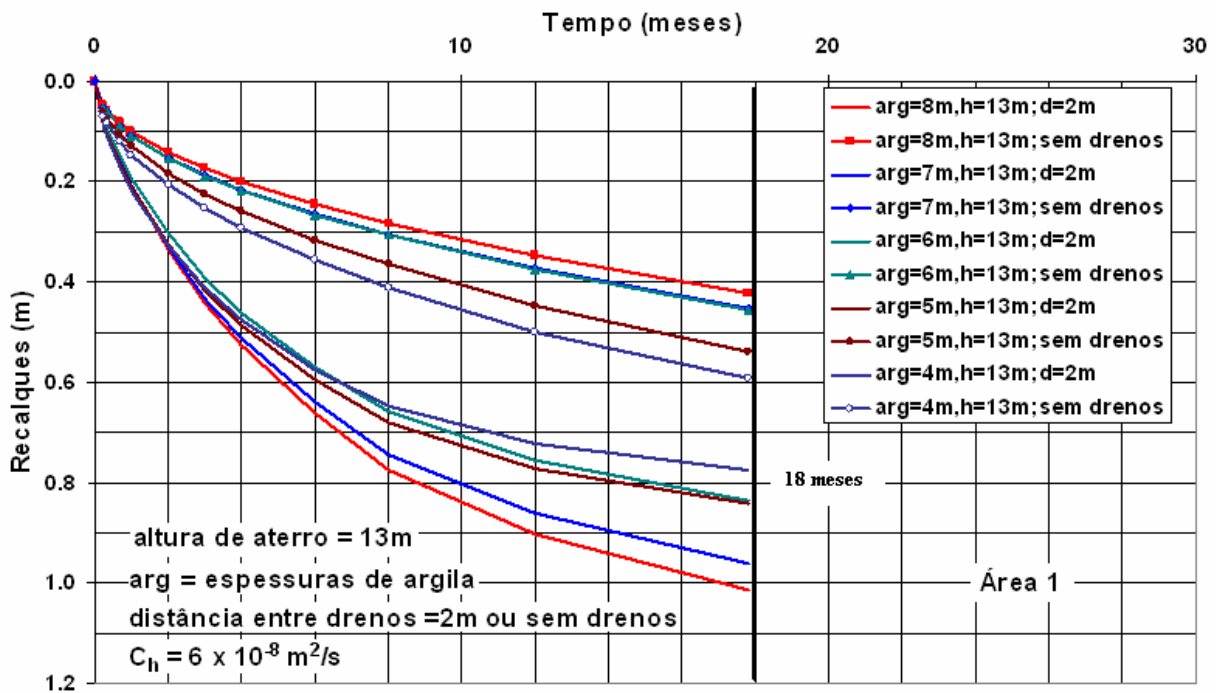


Figura 6.2: Recalque estimado na área A1, em função da espessura de solo compressível e da presença de drenos verticais.

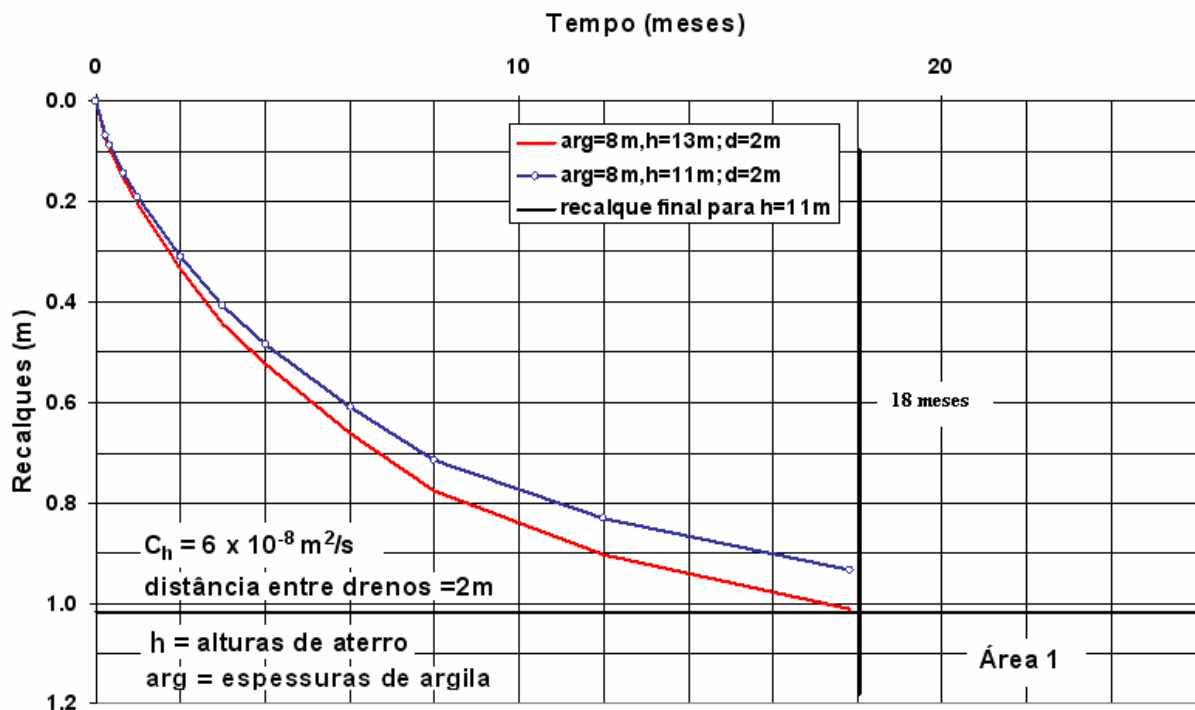


Figura 6.3: Recalque na Área A1, com e sem sobrecarga.

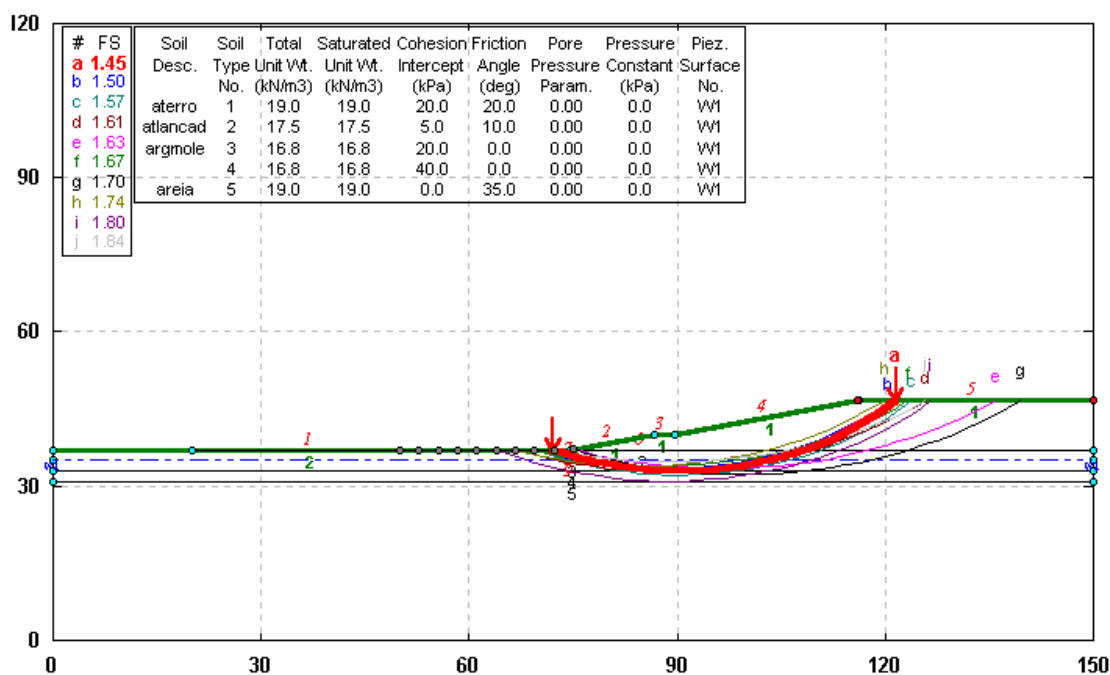
Esta mesma análise pode ser feita para as demais áreas. O resultado encontra-se na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Estimativa do recalque máximo em cada em cada área.

Área	Recalque Máximo a Tempo Infinito (m)
A1	1,10
A2	0,45
A3	0,53
A4	0,45
A5	0,67
A6	1,13

6.3 Descrição dos Taludes

Os taludes foram propostos baseados em modelos de estabilidade. A *Figura 6.4* mostra, como exemplo, o modelo para o talude a oeste da cabeceira 09.

**Figura 6.4:** Modelo do talude para a cabeceira 09.

Em todos os modelos foram consideradas as alturas de aterro já com a sobrecarga, ou seja, haverá aumento dos fatores de segurança com o tempo devido ao ganho de resistência e devido a diminuição da altura do aterro ao final dos recalques, com o descarregamento. Para os taludes provisórios admitiu-se um Fator de Segurança mínimo de 1,3. Entretanto para os

taludes permanentes, após a remoção do material excedente da sobrecarga e ganho de resistência da camada argilosa, o Fator de Segurança mínimo deverá ser de 1,5.

Devido à modificação na geometria horizontal do projeto originalmente proposto (afastamento da pista de pouso em relação à pista de rolamento), modificou-se também a configuração dos taludes originalmente proposta em [12]. Por exemplo, ao norte da pista de pouso foram propostas, a princípio, áreas com taludes 1:2 e 1:3, pois estes interceptavam pistas viárias atualmente existentes (mas que seriam inutilizadas quando for construída a terceira pista), as quais serviriam como berma de equilíbrio e aumentariam a resistência destes taludes. Porém, ao modificar a geometria, notou-se que os taludes não mais interceptariam as pistas viárias. Por este motivo, propôs-se um talude 1:4 ao longo de toda a região norte da pista de pouso.

Já na região ao sul da pista de rolamento, deve-se manter os taludes propostos a princípio, pois estes foram propostos de maneira que não se intercepte as pistas viárias, visto que estas continuariam a ser utilizadas após a ampliação do aeroporto. Assim, foram propostos taludes 1:3 e 1:2, mesmo que seja necessário o uso de geotêxteis para que seja possível executá-los, pois a geometria horizontal não permite taludes com inclinações menores.

A *Tabela 6.2* indica a localização e descreve os demais taludes que serão adotados. Esta mesma indicação pode ser vista no Apêndice G.

Tabela 6.2: *Localização e descrição dos taludes propostos.*

Localização	Talude
Ao sul da pista de rolamento principal, da estaca 04+12,50 até a estaca 05+12,50	Transição (1:4 para 1:2)
Ao sul da pista de rolamento principal, da estaca 05+12,50 até a estaca 46+8,092	1:2
Ao sul da pista de rolamento principal, da estaca 46+8,092 até a estaca 47+8,092	Transição (1:2 para 1:3)
Ao sul da pista de rolamento principal, da estaca 47+8,092 até a estaca 61+8,747	1:3
Ao sul da pista de rolamento principal, da estaca 61+8,747 até a estaca 62+8,747	Transição (1:3 para 1:4)
Demais Regiões	1:4

Observação: A pista de rolamento principal corresponde ao Alinhamento Horizontal 2, conforme ilustra o Apêndice D.

7 Projeto de Terraplenagem

7.1 Obtenção da Superfície Original (Terreno)

O programa de terraplenagem *InRoads* foi desenvolvido para o uso rodoviário e trabalha simultaneamente com um programa tipo *CAD*. Para a realização deste projeto foi utilizado o *MicroStation*.

O primeiro passo na modelagem com o programa *InRoads* consiste na importação do levantamento topográfico do terreno, criando assim uma superfície denominada Terreno. Para realizar esta operação, pode-se utilizar de um arquivo de extensão *.txt* em que haja, para cada ponto do levantamento topográfico, pelo menos três colunas, indicando as três coordenadas cartesianas espaciais, denominadas pelo programa de Easting, Northing e Elevation. Assim, as *features* (partes que constituem uma superfície) do Terreno são os pontos do levantamento topográfico.

Para que o programa realize os cálculos de áreas e volumes associados à terraplenagem, é necessário triangular a superfície, isto é, criar planos triangulares de interpolação cujos vértices sejam os pontos do levantamento topográfico, obtendo assim uma superfície a partir de um conjunto de pontos. Porém, deve-se limitar o tamanho dos lados dos triângulos. O perímetro do levantamento topográfico é um polígono côncavo. Assim, se o tamanho dos triângulos não for limitado, o programa cria triângulos em regiões exteriores ao perímetro original, tendendo a transformá-lo em um polígono convexo e gerando dados desnecessários aos cálculos. Por outro lado, se o tamanho dos triângulos for limitado por um valor muito pequeno, pode-se criar uma superfície que não seja conexa ou simplesmente conexa, o que implicaria em erros nos cálculos. A *Figura 7.1* ilustra estas considerações.

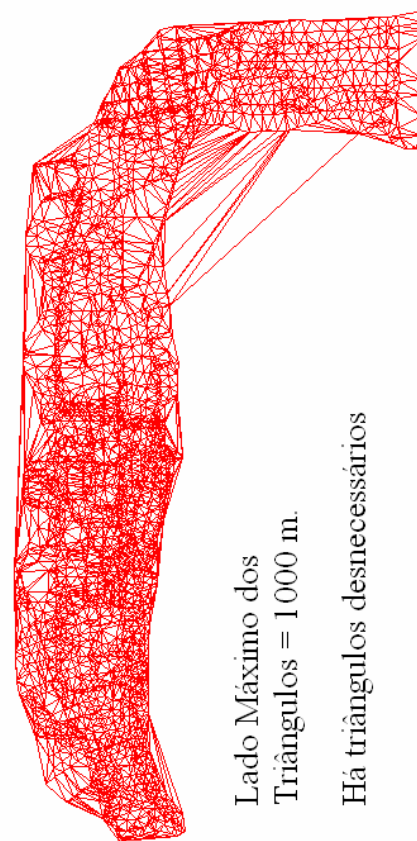
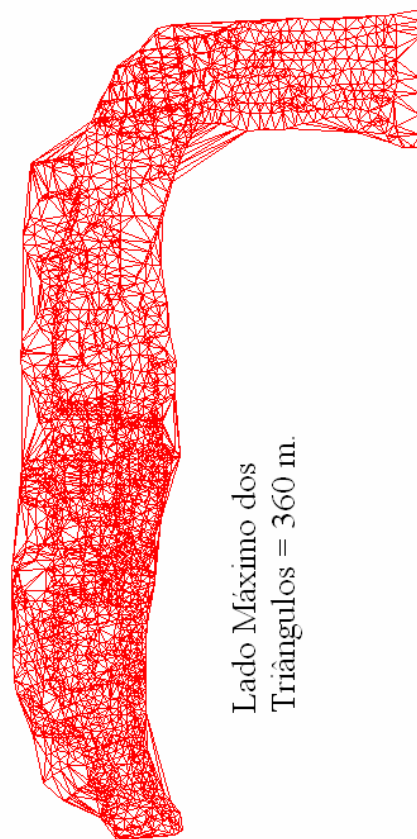
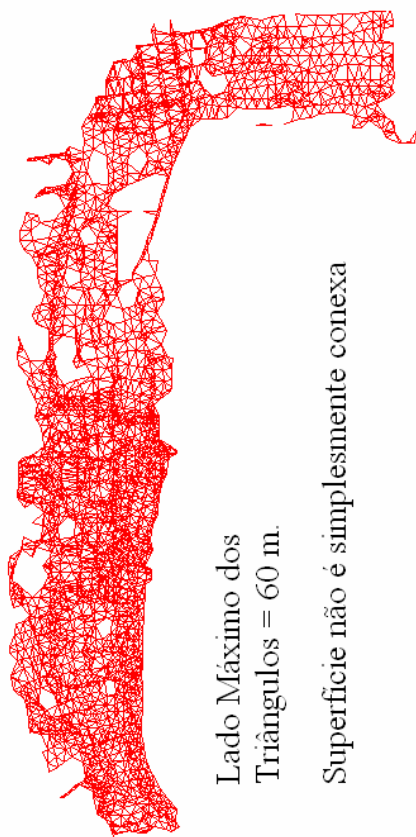
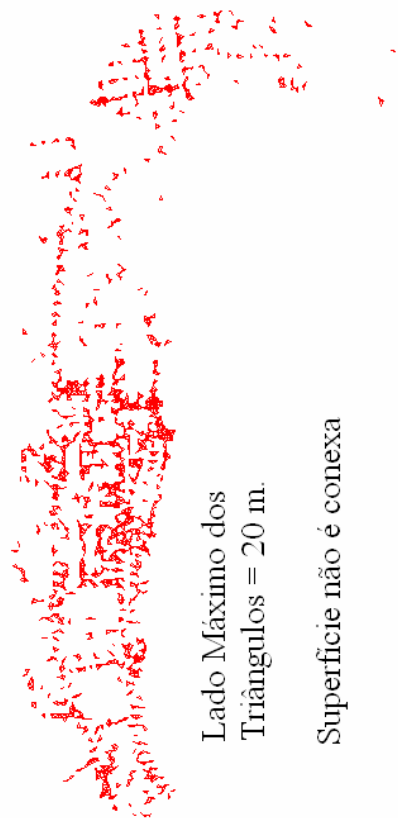


Figura 7.1: Representação da Triangulação da Superfície Terreno.

7.2 Definição dos Alinhamentos Horizontais e Verticais

Com a superfície Terreno bem definida, deve-se criar a superfície denominada Projeto, que representa o aterro acabado, isto é, sem a sobrecarga. Foram criados cinco alinhamentos horizontais, conforme ilustra o Apêndice D. Para cada alinhamento horizontal é criado um alinhamento vertical a ele associado. Os perfis longitudinais de cada alinhamento horizontal podem ser vistos no Apêndice E. O alinhamento vertical da pista de pouso (correspondente ao alinhamento horizontal 1) foi determinado pela própria INFRAERO. O eixo da pista de pouso deve estar na cota 741, em toda a sua extensão. Existe uma outra proposta em estudo, onde a pista de pouso iniciaria e terminaria na cota 744,6, com inclinação decrescente em direção ao centro até a cota 741, constante no terço central da pista. Esta configuração teoricamente facilitaria a operação de aproximação das aeronaves, mas como a primeira alternativa serviu de base para os estudos geotécnicos, utilizou-se a primeira alternativa neste trabalho.

Como critério de projeto, os alinhamentos verticais das pistas de rolamento foram criados de tal forma que houvesse o menor número possível de curvas verticais, isto é, o menor número possível de mudanças de declividade longitudinal. Todas as declividades (longitudinais e transversais) respeitam os limites impostos pelo Anexo 14 da OACI, bem como os raios das curvas verticais e a distância entre duas curvas verticais.

Para construir os demais alinhamentos (2 a 5), deve-se ter em mente o esquema das intersecções entre as vias. A *Figura 7.2* ilustra uma situação hipotética em que uma pista de rolamento intercepta a pista de pouso formando um ângulo de 90° no plano horizontal. Na intersecção, a pista de rolamento deve possuir uma declividade transversal nula e declividade longitudinal 1,5% (igual à declividade transversal da pista de pouso), para que haja concordância entre os planos das duas pistas. Na medida em que a pista de rolamento se afasta da pista de pouso, a declividade transversal da mesma deve aumentar, até atingir o valor de 1,5%, ao passo que a declividade longitudinal não está mais amarrada à pista de pouso.

O perfil do alinhamento horizontal 2 foi definido de forma a começar na cota 741 com uma declividade longitudinal igual à declividade da pista de pouso. Para que não houvesse uma diferença de nível muito grande entre a pista de pouso e a pista de rolamento, determinou-se que o alinhamento 2 terminasse também na cota 741. Assim, só há uma curva vertical neste

alinhamento, com um primeiro trecho decrescente até a estaca 12+00 (onde a elevação é de aproximadamente 739 m) e o segundo trecho ascendente.

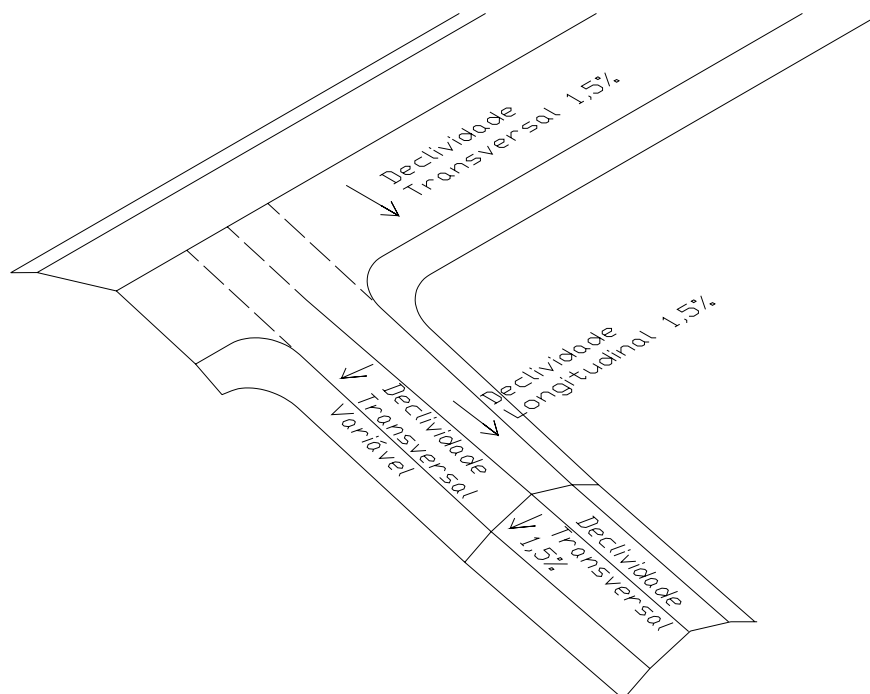


Figura 7.2: Esquema de interseção entre duas vias.

O alinhamento 3 cruza os alinhamentos 1 e 2. Assim, nestes cruzamentos, o alinhamento 3 deve possuir cotas e declividades que coincidam com os outros alinhamentos. O término do alinhamento 3 foi definido na cota 741, também para que não houvesse uma diferença de nível muito grande entre os alinhamentos 2 e 3.

O alinhamento 4 também cruza os alinhamentos 1 e 2, devendo obedecer, nos cruzamentos, as declividades e cotas destes alinhamentos.

O alinhamento horizontal 5 começa na cota 741 e deve terminar na cota 742, com uma declividade longitudinal de 1,5%, para coincidir com a pista de rolamento ali existente. No pátio presente no alinhamento horizontal 5 foi adotada uma declividade transversal de 1%. Fez-se um perfil que possuisse declividade 0% na sua parte central, que estaria na cota 740. Esta cota foi escolhida para que a altura de aterro não fosse muito elevada.

7.3 Definição das Seções Tipo

Criou-se seções tipo que continham a configuração do pavimento acabado, conforme mostram as *Figuras 7.3, 7.4 e 7.5*.

A seção tipo da pista de pouso está representada na *Figura 7.3* e possui uma largura de 45 m, com declividade transversal de 1,5%, em forma de chapéu. Os acostamentos possuem uma largura de 7,5 m e declividade transversal de 2,5% para acelerar o escoamento de água.

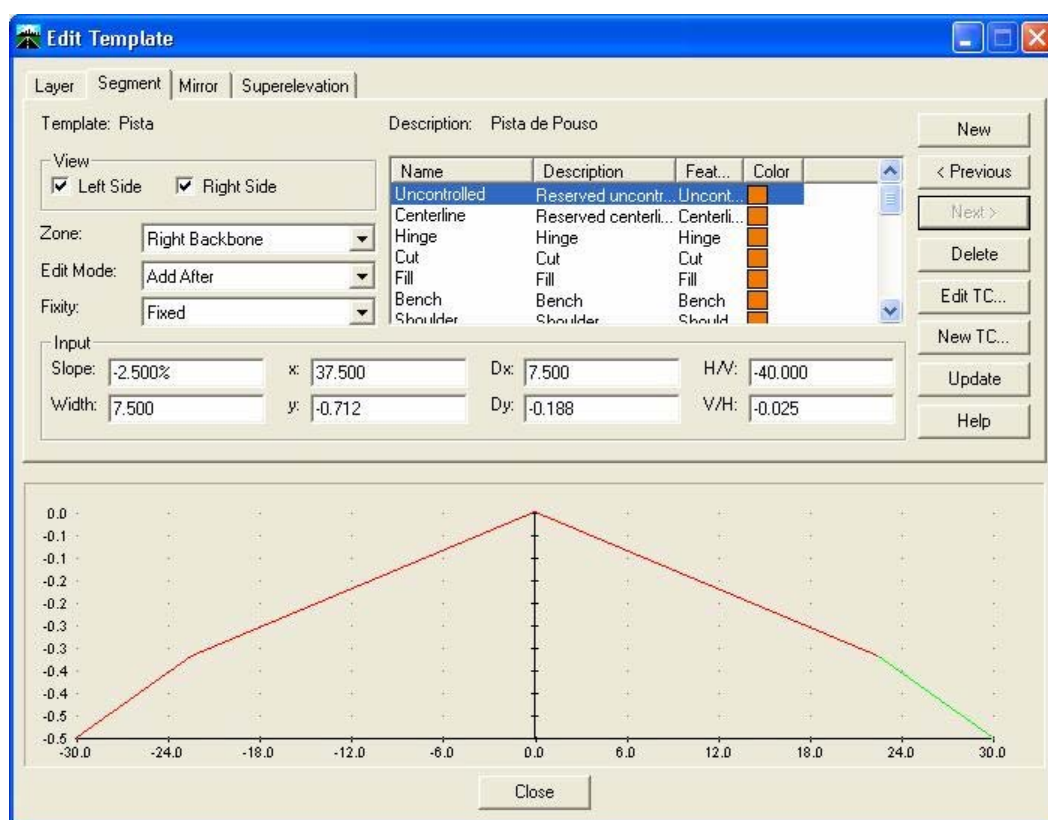


Figura 7.3: Seção tipo da pista de pouso (alinhamento horizontal 1).

A seção tipo das pistas de rolamento está representada na *Figura 7.4* e possui uma largura de 23 m, com declividade transversal de 1,5%. Os acostamentos possuem uma largura de 7,5 m e declividade transversal de 2,5%.

Já a seção tipo do alinhamento 5 (pista de rolamento associada a um pátio de aeronaves) está representada na *Figura 7.5* e possui declividades diferentes para cada lado. No lado do pátio,

a declividade transversal é de 1%, ao passo que do lado da pista de rolamento, a declividade transversal é de 1,5%.

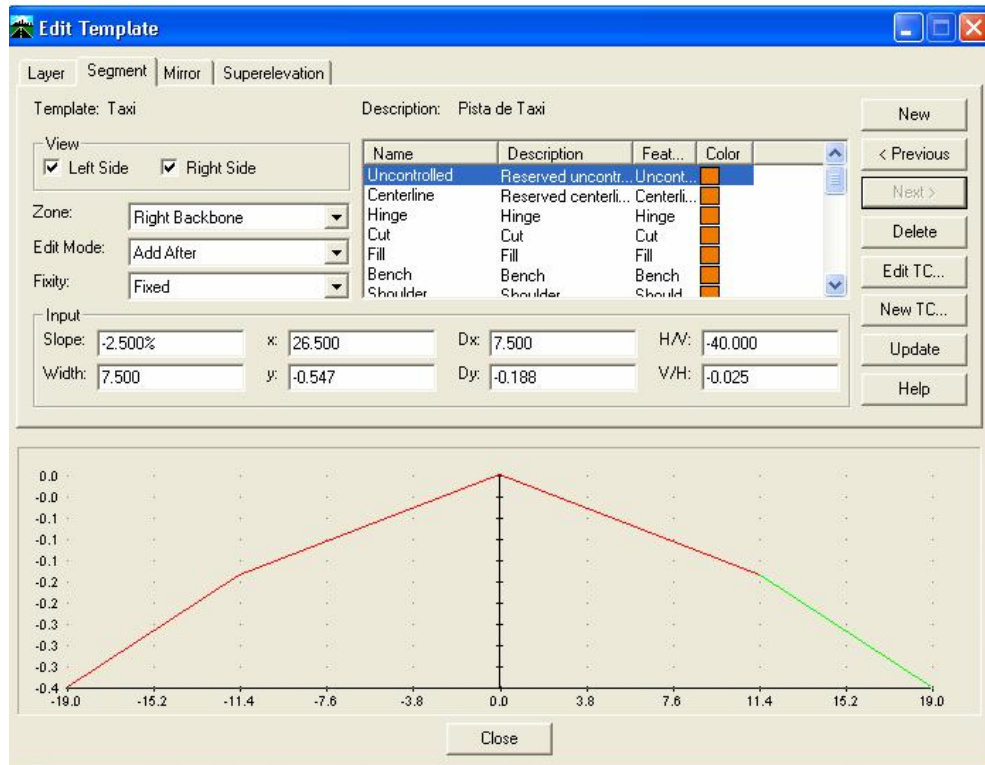


Figura 7.4: Seção tipo das pistas de rolamento (alinhamentos horizontais 2, 3 e 4).

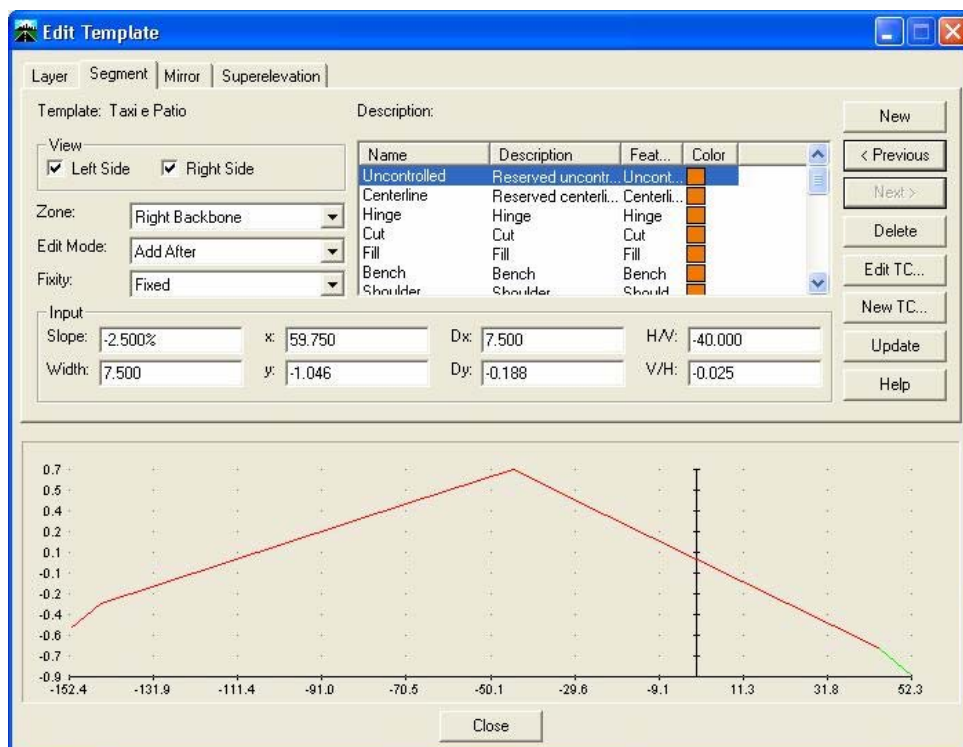


Figura 7.5: Seção tipo da pista de rolamento e pátio (alinhamento horizontal 5).

7.4 Modelagem

Associando, a cada alinhamento vertical, a seção tipo correspondente, modelou-se as vias, conforme mostra a *Figura 7.6*, onde as interseções das vias ainda não foram editadas.

A etapa seguinte do projeto consiste na modelagem das interseções dos alinhamentos, isto é, na criação das curvas (fillets). Determinou-se que a cada 20 m na direção dos alinhamentos horizontais fosse criado um novo triângulo na superfície Projeto, com exceção das curvas horizontais e intersecções dos alinhamentos, onde é necessário utilizar triângulos menores (a cada 1 m) para obter uma precisão melhor nos cálculos, conforme mostra a *Figura 7.7*.

Com o pavimento acabado já modelado, é necessário modelar as demais partes do aterro que pertencem à superfície Projeto, como os limites da faixa de pista altimetricamente trabalhada, os taludes e as valas de drenagem (pontos mais baixos na superfície). A faixa de pista altimetricamente trabalhada e as valas de drenagem são desenhadas tridimensionalmente no *MicroStation* e depois importadas para o *InRoads*. Na *Figura 7.8*, pode-se ver as valas de drenagem no interior de regiões cercadas por pistas de pouso e de rolamento. Caso não fosse utilizado tais valas, ter-se-ia uma situação em que ocorreriam pontos baixos nas bordas de pavimento. Estas valas foram construídas de forma a obedecer às declividades da faixa de pista altimetricamente trabalhada.

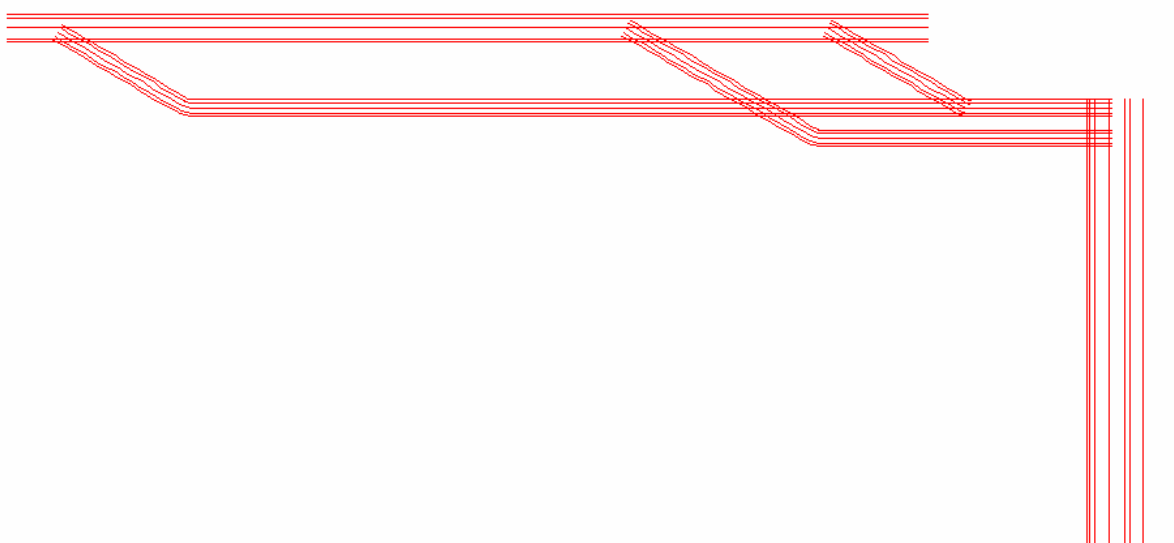


Figura 7.6: Esboço das vias modeladas (features da superfície Projeto).

subleito do pavimento (caixão). Esta superfície deve ser criada para que, no cálculo de volumes do projeto acabado, seja descontada a espessura do pavimento. Para criá-la, basta copiar a parte da superfície Projeto que corresponde ao pavimento acabado, e diminuir a sua elevação, de forma a obter as espessuras previstas no Projeto de Pavimentação.

7.5 Determinação das Áreas e Volumes de Corte e Aterro

Com todas as superfícies designadas, cria-se seções transversais a cada 20 m, conforme ilustra o Apêndice H. De posse das seções transversais e das áreas de corte e aterro em cada seção, pode-se calcular os volumes de corte e aterro pelo método das áreas médias, isto é, o volume de aterro (corte) entre duas seções é igual ao produto da distância entre elas pela média das áreas de aterro (corte) de ambas as seções.

Utilizou-se seções dos alinhamentos horizontais 1, 2 e 5, de forma que toda a superfície Projeto, isto é, toda a área a ser terraplenada, fosse seccionada conforme ilustra o Apêndice H.

O cálculo de volumes para o projeto acabado encontra-se na *Tabela 7.1*, e corresponde às seções que constam no Apêndice H. A *Figura 7.9* ilustra a área de aterro que é considerada nesta situação.

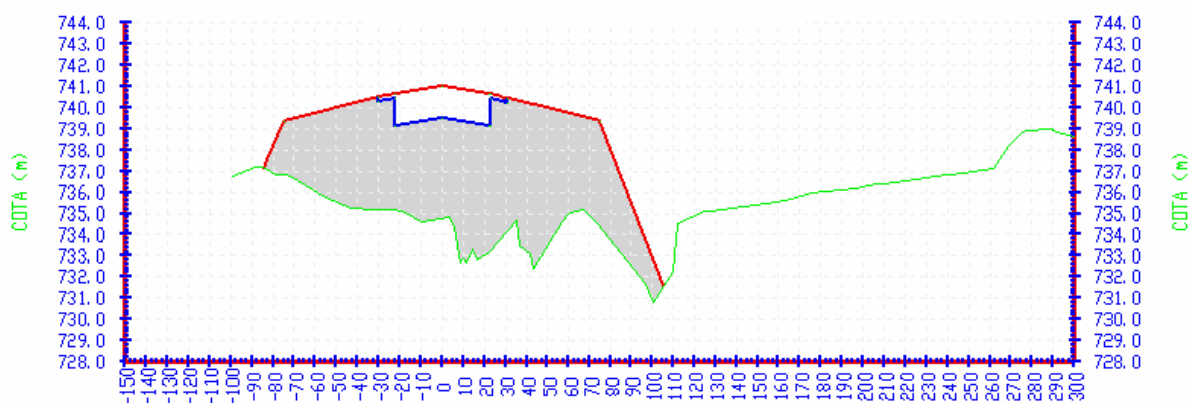


Figura 7.9: Área de aterro em uma seção transversal genérica para a situação do projeto acabado.

Tabela 7.1: Cálculo de volumes de corte e aterro para o projeto acabado pelo método das áreas médias.

Alinhamento Horizontal 1				
Estaca	Área de Corte (m ²)	Área de Aterro (m ²)	Volume de Corte (m ³)	Volume de Aterro (m ³)
-5+10,000	0,00	0,00	0,00	0,00
-5+00,000	0,00	23,27	0,00	116,35
-4+00,000	0,00	374,60	0,00	3978,70
-3+00,000	0,00	438,79	0,00	8133,90
-2+00,000	0,00	591,40	0,00	10301,90
-1+00,000	0,00	666,40	0,00	12578,00
0+00,000	0,00	871,83	0,00	15382,30
1+00,000	0,00	847,40	0,00	17192,30
2+00,000	0,00	875,69	0,00	17230,90
3+00,000	0,00	897,33	0,00	17730,20
4+00,000	0,00	870,22	0,00	17675,50
5+00,000	0,00	919,49	0,00	17897,10
6+00,000	0,00	969,75	0,00	18892,40
7+00,000	0,00	1093,69	0,00	20634,40
8+00,000	0,00	1049,80	0,00	21434,90
9+00,000	0,00	1091,78	0,00	21415,80
10+00,000	0,00	1013,77	0,00	21055,50
11+00,000	0,00	993,69	0,00	20074,60
12+00,000	0,00	1028,74	0,00	20224,30
13+00,000	0,00	1024,72	0,00	20534,60
14+00,000	0,00	1053,74	0,00	20784,60
15+00,000	0,00	1015,81	0,00	20695,50
16+00,000	0,00	1059,14	0,00	20749,50
17+00,000	0,00	1081,21	0,00	21403,50
18+00,000	0,00	1059,41	0,00	21406,20
19+00,000	0,00	1152,99	0,00	22124,00
20+00,000	0,00	1208,39	0,00	23613,80
21+00,000	0,00	1233,84	0,00	24422,30

22+00,000	0,00	1268,35	0,00	25021,90
23+00,000	0,00	1040,96	0,00	23093,10
24+00,000	0,00	1011,19	0,00	20521,50
25+00,000	0,00	1011,43	0,00	20226,20
26+00,000	0,00	1038,03	0,00	20494,60
27+00,000	0,00	1031,74	0,00	20697,70
28+00,000	0,00	1027,55	0,00	20592,90
29+00,000	0,00	1052,62	0,00	20801,70
30+00,000	0,00	1047,57	0,00	21001,90
31+00,000	0,00	997,63	0,00	20452,00
32+00,000	0,00	1037,70	0,00	20353,30
33+00,000	0,00	852,78	0,00	18904,80
34+00,000	0,00	919,19	0,00	17719,70
35+00,000	0,00	923,91	0,00	18431,00
36+00,000	0,00	901,88	0,00	18257,90
37+00,000	0,00	799,98	0,00	17018,60
38+00,000	0,00	792,70	0,00	15926,80
39+00,000	0,00	788,84	0,00	15815,40
40+00,000	0,00	880,99	0,00	16698,30
41+00,000	0,00	1107,28	0,00	19882,70
42+00,000	0,00	1038,50	0,00	21457,80
43+00,000	0,00	992,05	0,00	20305,50
44+00,000	0,00	1005,92	0,00	19979,70
45+00,000	0,00	1031,97	0,00	20378,90
46+00,000	0,00	982,75	0,00	20147,20
47+00,000	0,00	1015,16	0,00	19979,10
48+00,000	0,00	1053,16	0,00	20683,20
49+00,000	0,00	996,27	0,00	20494,30
50+00,000	0,00	948,74	0,00	19450,10
51+00,000	0,00	956,89	0,00	19056,30
52+00,000	0,00	933,51	0,00	18904,00
53+00,000	0,00	979,75	0,00	19132,60
54+00,000	0,00	1007,67	0,00	19874,20

55+00,000	0,00	971,67	0,00	19793,40
56+00,000	0,00	996,99	0,00	19686,60
57+00,000	0,00	988,43	0,00	19854,20
58+00,000	0,00	917,14	0,00	19055,70
59+00,000	0,00	982,45	0,00	18995,90
60+00,000	0,00	1023,13	0,00	20055,80
61+00,000	0,00	978,38	0,00	20015,10
62+00,000	0,00	936,32	0,00	19147,00
63+00,000	0,00	942,56	0,00	18788,80
64+00,000	0,00	948,80	0,00	18913,60
65+00,000	0,00	953,76	0,00	19025,60
66+00,000	0,00	962,02	0,00	19157,80
67+00,000	0,00	827,77	0,00	17897,90
68+00,000	0,00	757,44	0,00	15852,10
69+00,000	0,00	799,50	0,00	15569,40
70+00,000	0,00	842,31	0,00	16418,10
71+00,000	0,00	863,45	0,00	17057,60
72+00,000	0,00	835,94	0,00	16993,90
73+00,000	0,00	843,44	0,00	16793,80
74+00,000	0,00	843,98	0,00	16874,20
75+00,000	0,00	795,67	0,00	16396,50
76+00,000	0,00	843,75	0,00	16394,20
77+00,000	0,00	840,07	0,00	16838,20
78+00,000	0,00	924,54	0,00	17646,10
79+00,000	0,00	968,49	0,00	18930,30
80+00,000	0,00	912,44	0,00	18809,30
81+00,000	0,00	822,40	0,00	17348,40
82+00,000	1,26	754,28	12,60	15766,80
83+00,000	24,02	660,59	252,80	14148,70
84+00,000	49,79	689,02	738,10	13496,10
85+00,000	92,39	650,91	1421,80	13399,30
86+00,000	94,24	686,25	1866,30	13371,60
87+00,000	75,06	576,69	1693,00	12629,40

88+00,000	7,40	579,66	824,60	11563,50
89+00,000	1,66	578,04	90,60	11577,00
90+00,000	0,00	758,41	16,60	13364,50
91+00,000	0,00	817,39	0,00	15758,00
92+00,000	0,00	802,50	0,00	16198,90
93+00,000	0,00	775,43	0,00	15779,30
94+00,000	0,00	708,21	0,00	14836,40
95+00,000	0,00	504,80	0,00	12130,10
95+10,000	0,00	508,70	0,00	5067,50
Sub-Total			6916,40	1816834,55

Alinhamento Horizontal 2

Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)
98+00,000	0,00	509,95	0,00	0,00
99+00,000	0,00	518,17	0,00	10281,20
100+00,000	0,00	492,37	0,00	10105,40
101+00,000	0,00	525,58	0,00	10179,50
102+00,000	0,00	461,26	0,00	9868,40
103+00,000	0,00	454,49	0,00	9157,50
104+00,000	0,00	463,01	0,00	9175,00
105+00,000	0,00	452,35	0,00	9153,60
106+00,000	0,00	435,01	0,00	8873,60
107+00,000	0,00	412,17	0,00	8471,80
108+00,000	0,00	377,63	0,00	7898,00
109+00,000	0,00	360,12	0,00	7377,50
110+00,000	0,00	340,44	0,00	7005,60
111+00,000	0,00	308,67	0,00	6491,10
111+05,302	0,00	290,79	0,00	1589,17
Sub-Total			0,00	115627,37

Alinhamento Horizontal 5

Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)
-3+00,000	0,00	0,00	0,00	0,00

-2+00,000	0,00	1,12	0,00	11,20
-1+00,000	0,00	199,69	0,00	2008,10
0+00,000	0,00	184,75	0,00	3844,40
1+00,000	0,00	182,62	0,00	3673,70
2+00,000	0,00	204,34	0,00	3869,60
3+00,000	0,00	159,04	0,00	3633,80
4+00,000	0,00	144,66	0,00	3037,00
5+00,000	0,00	187,20	0,00	3318,60
6+00,000	71,78	71,60	717,80	2588,00
7+00,000	72,81	52,53	1445,90	1241,30
8+00,000	100,52	34,08	1733,30	866,10
9+00,000	99,10	33,21	1996,20	672,90
10+00,000	88,01	30,25	1871,10	634,60
11+00,000	83,51	34,62	1715,20	648,70
12+00,000	56,14	41,06	1396,50	756,80
13+00,000	48,98	38,91	1051,20	799,70
14+00,000	47,00	35,67	959,80	745,80
15+00,000	70,64	14,89	1176,40	505,60
16+00,000	83,02	18,83	1536,60	337,20
17+00,000	74,19	75,21	1572,10	940,40
18+00,000	67,44	101,43	1416,30	1766,40
19+00,000	102,17	133,50	1696,10	2349,30
20+00,000	106,61	103,66	2087,80	2371,60
21+00,000	145,43	66,16	2520,40	1698,20
22+00,000	388,64	92,96	5340,70	1591,20
23+00,000	515,34	0,00	9039,80	929,60
24+00,000	435,83	18,47	9511,70	184,70
25+00,000	440,71	0,00	8765,40	184,70
26+00,000	375,59	31,75	8163,00	317,50
27+00,000	337,75	3,20	7133,40	349,50
28+00,000	301,12	20,08	6388,70	232,80
29+00,000	266,10	39,86	5672,20	599,40
30+00,000	234,66	26,42	5007,60	662,80

31+00,000	186,24	75,35	4209,00	1017,70
32+00,000	176,73	125,08	3629,70	2004,30
33+00,000	160,18	189,26	3369,10	3143,40
34+00,000	194,14	194,48	3543,20	3837,40
35+00,000	218,06	193,78	4122,00	3882,60
36+00,000	218,18	204,90	4362,40	3986,80
37+00,000	215,41	205,76	4335,90	4106,60
38+00,000	194,86	225,58	4102,70	4313,40
39+00,000	179,27	224,98	3741,30	4505,60
40+00,000	190,04	209,61	3693,10	4345,90
41+00,000	194,49	208,35	3845,30	4179,60
42+00,000	164,07	244,73	3585,60	4530,80
43+00,000	108,39	322,92	2724,60	5676,50
44+00,000	44,32	421,34	1527,10	7442,60
45+00,000	4,00	504,64	483,20	9259,80
46+00,000	0,00	586,65	40,00	10912,90
47+00,000	0,00	624,05	0,00	12107,00
48+00,000	0,00	651,58	0,00	12756,30
48+00,759	0,00	652,57	0,00	494,92
Sub-Total			141229,40	149875,32
Total			148145,80	2082337,24

Porém, deve-se ter em mente não só o projeto acabado, mas também a situação inicial do aterro com sobrecarga, onde as espessuras de aterro seriam maiores. O cálculo de volumes para a situação inicial de aterro com sobrecarga encontra-se na *Tabela 7.2*. Para obter estes volumes do aterro com sobrecarga, basta aumentar em 2 m a cota da superfície Projeto, ou diminuir em 2 m a cota da superfície Terreno, além de desconsiderar a superfície Pavimento, conforme ilustra a *Figura 7.10*.

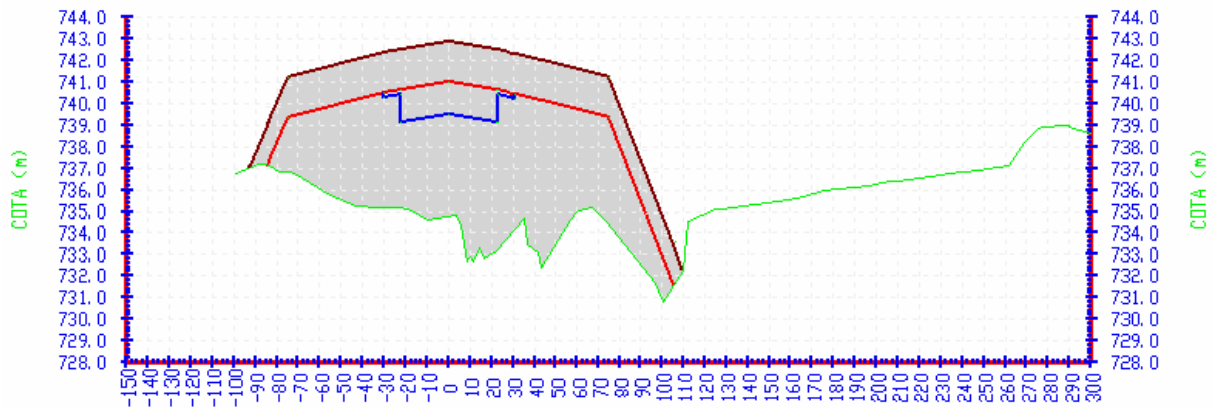


Figura 7.10: Área de aterro em uma seção transversal genérica para a situação do aterro com sobrecarga.

Tabela 7.2: Cálculo de volumes de corte e aterro para o projeto com sobrecarga de 2 m, pelo método das áreas médias.

Alinhamento Horizontal 1				
Estaca	Área de Corte (m ²)	Área de Aterro (m ²)	Volume de Corte (m ³)	Volume de Aterro (m ³)
-5+10,000	0,00	1,59	0,00	0,00
-5+00,000	0,00	184,82	0,00	932,05
-4+00,000	0,00	723,24	0,00	9080,60
-3+00,000	0,00	863,64	0,00	15868,80
-2+00,000	0,00	1025,70	0,00	18893,40
-1+00,000	0,00	1126,00	0,00	21517,00
0+00,000	0,00	1335,72	0,00	24617,20
1+00,000	0,00	1321,57	0,00	26572,90
2+00,000	0,00	1352,38	0,00	26739,50
3+00,000	0,00	1404,40	0,00	27567,80
4+00,000	0,00	1405,73	0,00	28101,30
5+00,000	0,00	1511,05	0,00	29167,80
6+00,000	0,00	1623,62	0,00	31346,70
7+00,000	0,00	1719,38	0,00	33430,00
8+00,000	0,00	1695,88	0,00	34152,60
9+00,000	0,00	1764,73	0,00	34606,10
10+00,000	0,00	1719,59	0,00	34843,20

11+00,000	0,00	1722,94	0,00	34425,30
12+00,000	0,00	1770,76	0,00	34937,00
13+00,000	0,00	1785,49	0,00	35562,50
14+00,000	0,00	1823,82	0,00	36093,10
15+00,000	0,00	1784,16	0,00	36079,80
16+00,000	0,00	1827,07	0,00	36112,30
17+00,000	0,00	1848,40	0,00	36754,70
18+00,000	0,00	1825,85	0,00	36742,50
19+00,000	0,00	1920,83	0,00	37466,80
20+00,000	0,00	1980,98	0,00	39018,10
21+00,000	0,00	2012,19	0,00	39931,70
22+00,000	0,00	2042,44	0,00	40546,30
23+00,000	0,00	1813,37	0,00	38558,10
24+00,000	0,00	1800,99	0,00	36143,60
25+00,000	0,00	1790,17	0,00	35911,60
26+00,000	0,00	1818,29	0,00	36084,60
27+00,000	0,00	1814,56	0,00	36328,50
28+00,000	0,00	1811,26	0,00	36258,20
29+00,000	0,00	1834,11	0,00	36453,70
30+00,000	0,00	1821,20	0,00	36553,10
31+00,000	0,00	1760,35	0,00	35815,50
32+00,000	0,00	1804,80	0,00	35651,50
33+00,000	0,00	1617,83	0,00	34226,30
34+00,000	0,00	1683,28	0,00	33011,10
35+00,000	0,00	1687,46	0,00	33707,40
36+00,000	0,00	1664,24	0,00	33517,00
37+00,000	0,00	1562,08	0,00	32263,20
38+00,000	0,00	1553,51	0,00	31155,90
39+00,000	0,00	1549,62	0,00	31031,30
40+00,000	0,00	1641,59	0,00	31912,10
41+00,000	0,00	1874,16	0,00	35157,50
42+00,000	0,00	1815,09	0,00	36892,50
43+00,000	0,00	1770,51	0,00	35856,00

44+00,000	0,00	1780,79	0,00	35513,00
45+00,000	0,00	1814,92	0,00	35957,10
46+00,000	0,00	1765,15	0,00	35800,70
47+00,000	0,00	1795,94	0,00	35610,90
48+00,000	0,00	1833,96	0,00	36299,00
49+00,000	0,00	1777,21	0,00	36111,70
50+00,000	0,00	1729,37	0,00	35065,80
51+00,000	0,00	1737,85	0,00	34672,20
52+00,000	0,00	1715,44	0,00	34532,90
53+00,000	0,00	1762,58	0,00	34780,20
54+00,000	0,00	1790,35	0,00	35529,30
55+00,000	0,00	1754,53	0,00	35448,80
56+00,000	0,00	1780,79	0,00	35353,20
57+00,000	0,00	1773,16	0,00	35539,50
58+00,000	0,00	1701,18	0,00	34743,40
59+00,000	0,00	1768,33	0,00	34695,10
60+00,000	0,00	1814,16	0,00	35824,90
61+00,000	0,00	1770,23	0,00	35843,90
62+00,000	0,00	1729,25	0,00	34994,80
63+00,000	0,00	1734,97	0,00	34642,20
64+00,000	0,00	1751,28	0,00	34862,50
65+00,000	0,00	1776,05	0,00	35273,30
66+00,000	0,00	1801,52	0,00	35775,70
67+00,000	0,00	1683,58	0,00	34851,00
68+00,000	0,00	1630,03	0,00	33136,10
69+00,000	0,00	1637,77	0,00	32678,00
70+00,000	0,00	1680,21	0,00	33179,80
71+00,000	0,00	1706,16	0,00	33863,70
72+00,000	0,00	1729,98	0,00	34361,40
73+00,000	0,00	1718,03	0,00	34480,10
74+00,000	0,00	1699,55	0,00	34175,80
75+00,000	0,00	1632,10	0,00	33316,50
76+00,000	0,00	1661,24	0,00	32933,40

77+00,000	0,00	1642,67	0,00	33039,10
78+00,000	0,00	1747,62	0,00	33902,90
79+00,000	0,00	1832,18	0,00	35798,00
80+00,000	0,00	1812,10	0,00	36442,80
81+00,000	0,00	1757,58	0,00	35696,80
82+00,000	0,00	1726,29	0,00	34838,70
83+00,000	0,00	1583,90	0,00	33101,90
84+00,000	0,00	1582,19	0,00	31660,90
85+00,000	6,38	1507,11	63,80	30893,00
86+00,000	5,66	1542,12	120,40	30492,30
87+00,000	5,43	1446,65	110,90	29887,70
88+00,000	0,00	1519,61	54,30	29662,60
89+00,000	0,00	1532,54	0,00	30521,50
90+00,000	0,00	1725,56	0,00	32581,00
91+00,000	0,00	1746,67	0,00	34722,30
92+00,000	0,00	1731,95	0,00	34786,20
93+00,000	0,00	1704,53	0,00	34364,80
94+00,000	0,00	1569,67	0,00	32742,00
95+00,000	0,00	1235,71	0,00	28053,80
95+10,000	0,00	1103,64	0,00	11696,75

Sub-Total			349,40	3358326,70
------------------	--	--	---------------	-------------------

Alinhamento Horizontal 2

Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)
98+00.000	0,00	1096,91	0,00	0,00
99+00.000	0,00	1068,49	0,00	21654,00
100+00.000	0,00	1006,24	0,00	20747,30
101+00.000	0,00	995,30	0,00	20015,40
102+00.000	0,00	883,83	0,00	18791,30
103+00.000	0,00	854,29	0,00	17381,20
104+00.000	0,00	865,95	0,00	17202,40
105+00.000	0,00	854,37	0,00	17203,20
106+00.000	0,00	835,73	0,00	16901,00

107+00.000	0,00	811,95	0,00	16476,80
108+00.000	0,00	774,97	0,00	15869,20
109+00.000	0,00	754,08	0,00	15290,50
110+00.000	0,00	732,12	0,00	14862,00
111+00.000	0,00	697,39	0,00	14295,10
111+05.302	0,00	680,43	0,00	3652,60
Sub-Total			0,00	230342,00

Alinhamento Horizontal 5

Estaca	Área de Corte (m²)	Área de Aterro (m²)	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)
-3+00,000	0,00	0,00	0,00	0,00
-2+00,000	0,00	92,06	0,00	920,60
-1+00,000	0,00	387,83	0,00	4798,90
0+00,000	0,00	521,36	0,00	9091,90
1+00,000	0,00	568,37	0,00	10897,30
2+00,000	0,00	652,10	0,00	12204,70
3+00,000	0,00	717,84	0,00	13699,40
4+00,000	0,00	758,69	0,00	14765,30
5+00,000	0,00	904,08	0,00	16627,70
6+00,000	0,00	782,86	0,00	16869,40
7+00,000	0,00	705,74	0,00	14886,00
8+00,000	0,00	635,01	0,00	13407,50
9+00,000	0,00	630,97	0,00	12659,80
10+00,000	0,00	636,88	0,00	12678,50
11+00,000	0,00	644,98	0,00	12818,60
12+00,000	0,00	678,19	0,00	13231,70
13+00,000	0,00	683,24	0,00	13614,30
14+00,000	0,00	680,14	0,00	13633,80
15+00,000	0,00	633,96	0,00	13141,00
16+00,000	0,00	645,11	0,00	12790,70
17+00,000	0,00	695,05	0,00	13401,60
18+00,000	0,00	724,66	0,00	14197,10
19+00,000	0,00	718,45	0,00	14431,10

20+00,000	0,00	685,55	0,00	14040,00
21+00,000	0,00	615,04	0,00	13005,90
22+00,000	10,67	429,77	106,70	10448,10
23+00,000	49,39	220,67	600,60	6504,40
24+00,000	2,01	271,62	514,00	4922,90
25+00,000	2,87	251,52	48,80	5231,40
26+00,000	2,76	347,22	56,30	5987,40
27+00,000	2,66	357,30	54,20	7045,20
28+00,000	2,70	412,28	53,60	7695,80
29+00,000	3,51	468,93	62,10	8812,10
30+00,000	2,04	488,86	55,50	9577,90
31+00,000	1,97	589,90	40,10	10787,60
32+00,000	2,19	651,01	41,60	12409,10
33+00,000	3,32	733,82	55,10	13848,30
34+00,000	8,12	714,27	114,40	14480,90
35+00,000	16,17	702,70	242,90	14169,70
36+00,000	18,84	716,23	350,10	14189,30
37+00,000	20,21	723,15	390,50	14393,80
38+00,000	20,43	764,78	406,40	14879,30
39+00,000	19,46	778,59	398,90	15433,70
40+00,000	16,66	749,28	361,20	15278,70
41+00,000	12,43	738,86	290,90	14881,40
42+00,000	7,16	800,24	195,90	15391,00
43+00,000	2,01	928,82	91,70	17290,60
44+00,000	0,00	1087,48	20,10	20163,00
45+00,000	0,00	1211,51	0,00	22989,90
46+00,000	0,00	1301,00	0,00	25125,10
47+00,000	0,00	1340,31	0,00	26413,10
48+00,000	0,00	1371,77	0,00	27120,80
48+00,759	0,00	1373,00	0,00	1041,64
Sub-Total			4551,60	678324,94
Total			4901,00	4266993,64

7.6 Estimativa de Custos

Para realizar a estimativa de custos deve-se utilizar os volumes da situação de aterro com sobrecarga, visto que este é o projeto que será executado a princípio. Para se fazer uma estimativa de custo da segunda etapa da obra de infra-estrutura (que consiste na remoção da sobrecarga até a cota do subleito do pavimento, regularização dos taludes e execução da pavimentação) seria necessário saber os recalques exatos que ocorrerem, o que só seria possível através de um novo levantamento topográfico após 18 meses do início da execução da obra.

As sete jazidas previstas para empréstimo de material para o aterro estão a uma distância média da obra de 10 km.

Considerou-se que o material de corte não será aproveitado para a execução do aterro, devido à sua baixa qualidade.

Existe uma estimativa de custos feita pela DIRENG em 2001, porém esta se encontra desatualizada. Além disso, os volumes calculados foram distintos, pois houve modificações no projeto proposto. A planilha da DIRENG foi feita com base na EMOP-RJ (Empresa Municipal de Obras Públicas do Rio de Janeiro). Porém, neste trabalho utilizou-se como base os valores unitários propostos pelo DER-SP (Departamento de Estradas de Rodagens do Estado de São Paulo) [13], cujo mês de referência é setembro de 2005. Não foi considerado BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

Para alguns itens que não são especificados pelo DER foram utilizados valores de mercado.

Apesar do custo total desta primeira etapa de execução do aterro ser elevado (quase 100 milhões de reais), o valor encontrado está coerente com a estimativa feita pela DIRENG em 2001. Na época, o custo encontrado foi de cerca de 75 milhões de reais.

Tabela 7.3: Estimativa de Custos.

Serviço	Base	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Quantidade	Valor Total (R\$)
SERVIÇOS PRELIMINARES					
1. Instalação Canteiro Tipo I	DER	%	1,50	-	1.467.870,68
2. Operação e Manutenção Canteiro Tipo I	DER	%	0,875	-	856.257,90
3. Desmobilização Canteiro Tipo I	DER	%	0,125	-	122.322,56
4. Demolição de Edificação de Alvenaria	DER	m ²	31,96	18.000,00	575.280,00
5. Limpeza de Terreno com Árvores	DER	m ²	0,52	900.000,00	468.000,00
6. Raspagem do Terreno	DER	m ²	0,54	900.000,00	486.000,00
				Subtotal	3.975.731,14
EXECUÇÃO DO ATERRO					
1. Execução de colchão drenante de areia	DER	m ³	65,00	160.000,00	10.400.000,00
2. Instalação de Drenos Verticais com diâmetro = 6 cm	Mercado	m	5,30	835.784,00	4.429.655,20
3. Manta geotêxtil com resistência longitudinal de 26 kN/m	DER	m ²	11,14	465.441,00	5.185.012,74
4. Escavação e Carga de Material de 1/2ª Categoria	DER	m ³	3,52	4.266.993,64	15.019.817,61
5. Transporte de Material de 1/2ª Categoria	DER	m ³ *km	1,10	42.669.936,40	46.936.930,04
6. Compactação de Aterro maior/igual 95% PS	DER	m ³	2,78	4.266.993,64	11.862.242,32
7. Espalhamento/ Regularização/ Compactação de Material em Bota-fora	DER	m ³	1,45	4.901,00	7.106,45
				Subtotal	93.840.764,36
EXECUÇÃO DA INSTRUMENTAÇÃO					
1. Instalação de Placas de Recalque	Mercado	un	55,00	450,00	24.750,00
2. Instalações de Inclínômetros, com comprimento médio de 15 m	Mercado	un	12,00	1.400,00	16.800,00
				Subtotal	41.550,00
				Total	97.858.045,50

8 Conclusões

Pode-se notar das *Tabelas 7.1 e 7.2* que mais da metade do volume de material de aterro é utilizado para a execução da sobrecarga de 2 m, ou seja, grande parte do custo da obra está associado ao fato do solo ser muito ruim. Se a execução do aterro fosse feita já nas cotas do projeto acabado, o custo da obra cairia de cerca de 100 milhões de reais para pouco menos de 60 milhões de reais. Este alto valor estimado não descarta a possibilidade de execução da terceira pista, mas incentiva o estudo de outras soluções geotécnicas ou geométricas para o projeto.

Existem ainda outros custos associados à ampliação do aeroporto, como a desapropriação da área necessária à realização do empreendimento, obtenção de licenças ambientais, a segunda etapa da obra de infra-estrutura (que inclui a pavimentação), a construção de novos terminais de carga e passageiros e a construção das linhas ferroviárias ligando o aeroporto ao centro da capital paulista. Porém parte destes custos pode ser arcado pela iniciativa privada, em regime de concessão.

Deve-se destacar a rapidez com que se pode realizar um projeto de terraplenagem nos dias atuais, graças ao auxílio de ferramentas computacionais como o programa *InRoads*. Obviamente esta produtividade está condicionada não só ao conhecimento sobre o programa, mas também sobre as normas, como por exemplo, o Anexo 14 da OACI e o manual de pavimentação da FAA.

8.1 Sugestões de Continuidade do Trabalho

Para um projeto completo de Infra-Estrutura Aeronáutica, seria interessante analisar itens como drenagem, especificações técnicas e gerar notas de serviço, os quais não foram abordados neste projeto.

Um outro trabalho poderia propor alternativas geotécnicas para se tentar obter um solução de custo menos elevado. Ou mesmo, tentar prever qual o aumento na receita e nos lucros que a

implantação da terceira pista proporcionaria ao Aeroporto de Guarulhos, permitindo assim saber o tempo de operação que tornaria a terceira pista viável do ponto de vista econômico.

Por fim, pode ser desenvolvido um trabalho que estude mix e operações de aeronaves que poderiam ser utilizados na terceira pista de forma a manter a configuração geométrica originalmente proposta pela INFRAERO, sem precisar afastar a pista de pouso da pista de rolamento.

Referências Bibliográficas

- [1] PREFEITURA DE GUARULHOS.
http://www.guarulhos.sp.gov.br/05_cidade/aeroporto.htm Acesso em: 20 mai. 2005.

- [2] JORNAL DA SERRA. **Relatório de Impacto Ambiental/Ampliações do Aeroporto Internacional de SP/Guarulhos**. Disponível em:
<http://www.jornaldaserra.com.br/CumbicaJS/Rimaonline/I%20O%20EMPREENHIMENTO/3justificativa.htm> Acesso em: 20 mai. 2005.

- [3] ITA. **Gerenciamento dos Impactos Ambientais no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos**. Disponível em: <http://www2.ita.br/~claudioj/IAGRU.htm> Acesso em: 10 ago. 2005.

- [4] DAC. <http://www.dac.gov.br/publicacoes/publicacoes.asp#estudos> Acesso em: 20 mai. 2005.

- [5] INFRAERO. http://www.INFRAERO.com.br/aero_prev_home.php?ai=43
Acesso em: 20 mai. 2005.

- [6] IAC. **Demanda Detalhada dos Aeroportos Brasileiros**. 2003. Disponível em:
<http://www.dac.gov.br/publicacoes/detaero.asp> Acesso em: 02 mai. 2005

- [7] CGNA. <http://www.cgna.gov.br/aeroportos/sbgr.htm> Acesso em: 10 ago. 2005.

- [8] SAMUEL, Eduardo Magalhães. Uso do Arena em Aeroportos. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO ITA, São José dos Campos, 2003. **Anais...**

- [9] BOEING. **767 Airplane Characteristics for Airport Planning**. Disponível em:
<http://www.boeing.com/assocproducts/aircompat/767.htm> Acesso em: 20 mai. 2005.

- [10] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Anexo 14**: padrões internacionais e práticas recomendadas. Montreal, 1999.

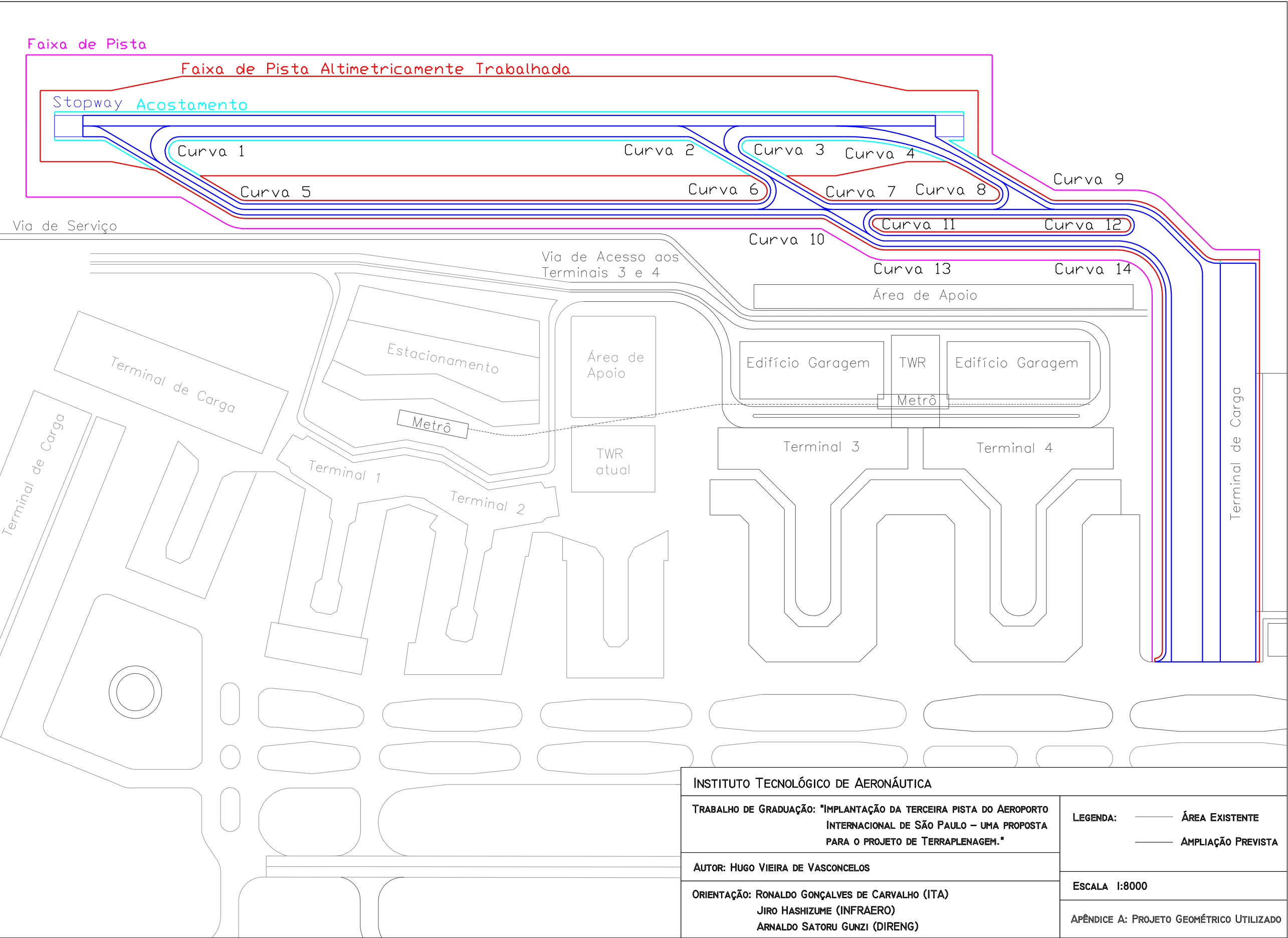
- [11] FRANCO, Felipe Augusto Cinque de Proença. **Projeto geométrico de aeroportos**. Rio de Janeiro: DIRENG, 2004.

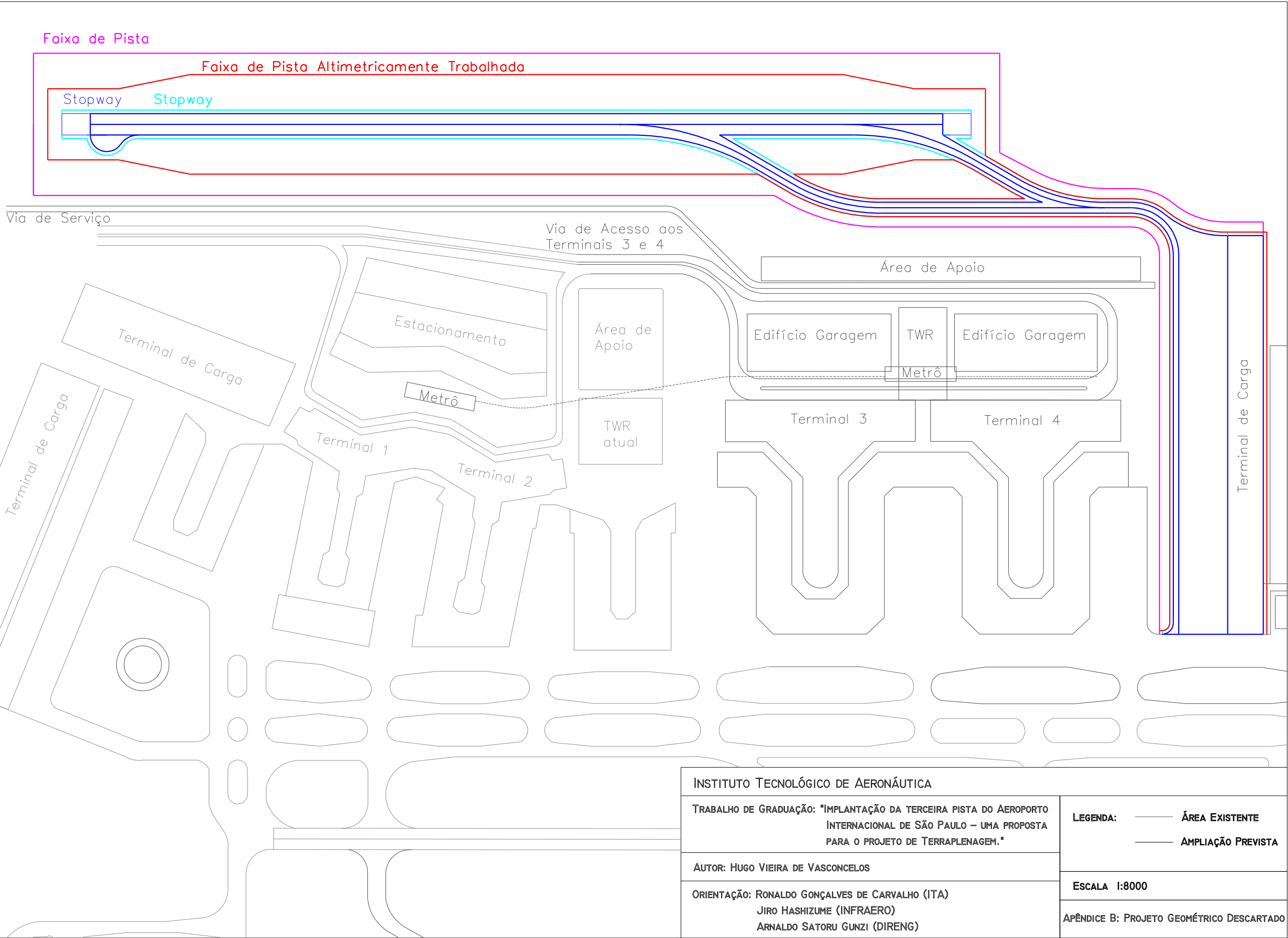
[12] ALMEIDA, Márcio de Souza S.; MARQUES, Maria Esther Soares. **Coppetec Fundação - Relatório 3 - Projeto Geotécnico - Ampliação do Aeroporto de Guarulhos (Volume I de II)**. Rio de Janeiro, 2001.

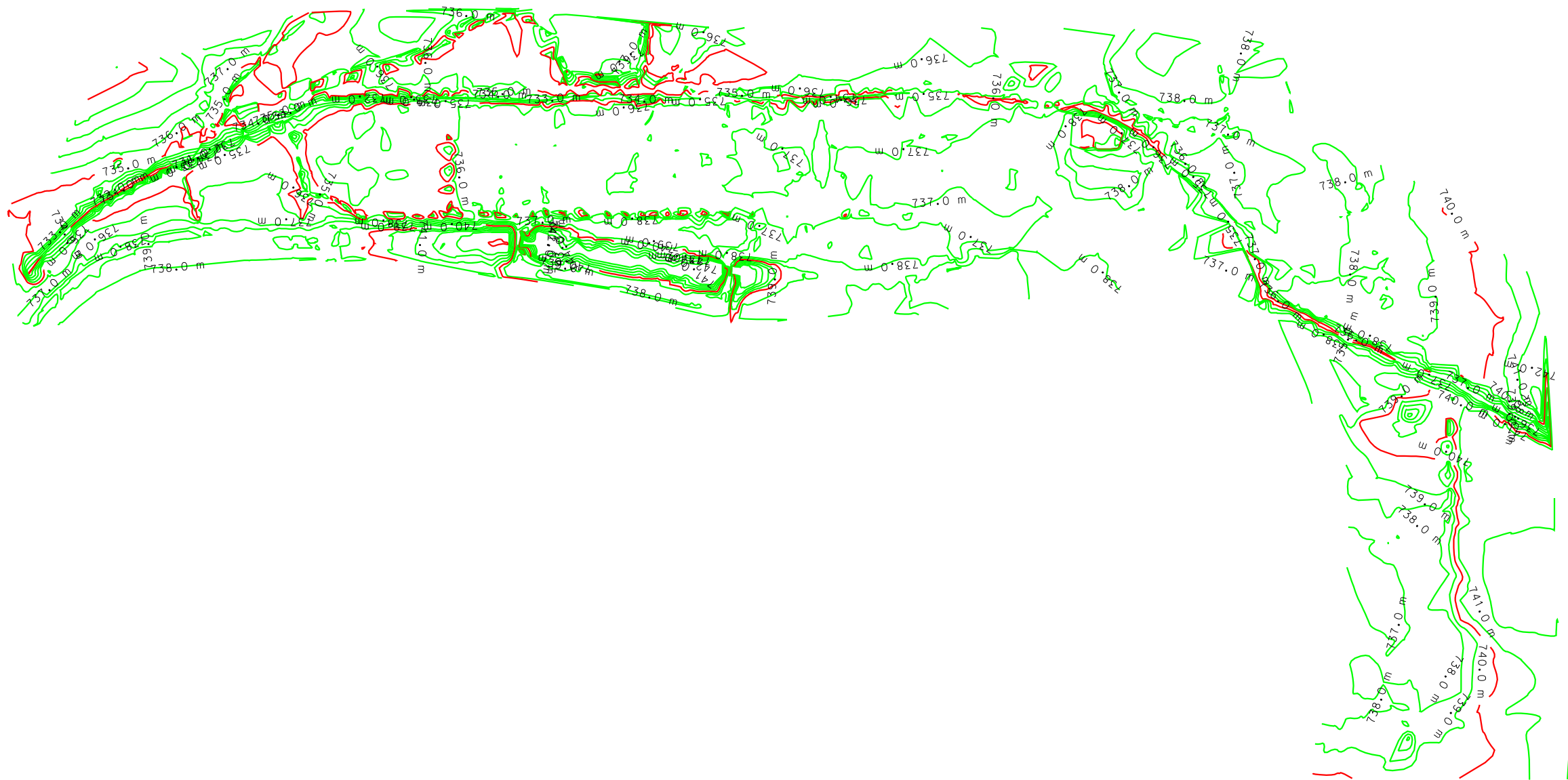
[13] DER-SP. **Tabela de Preços Unitários de Serviços e Obras na Área de Transportes**. Disponível em: http://www.der.sp.gov.br/_informativos/tabela_precos.asp Acesso em: 09 nov. 2005.

[14] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **AC-150: Airport Pavement Design and Evaluation**. Washington, DC, 1996.

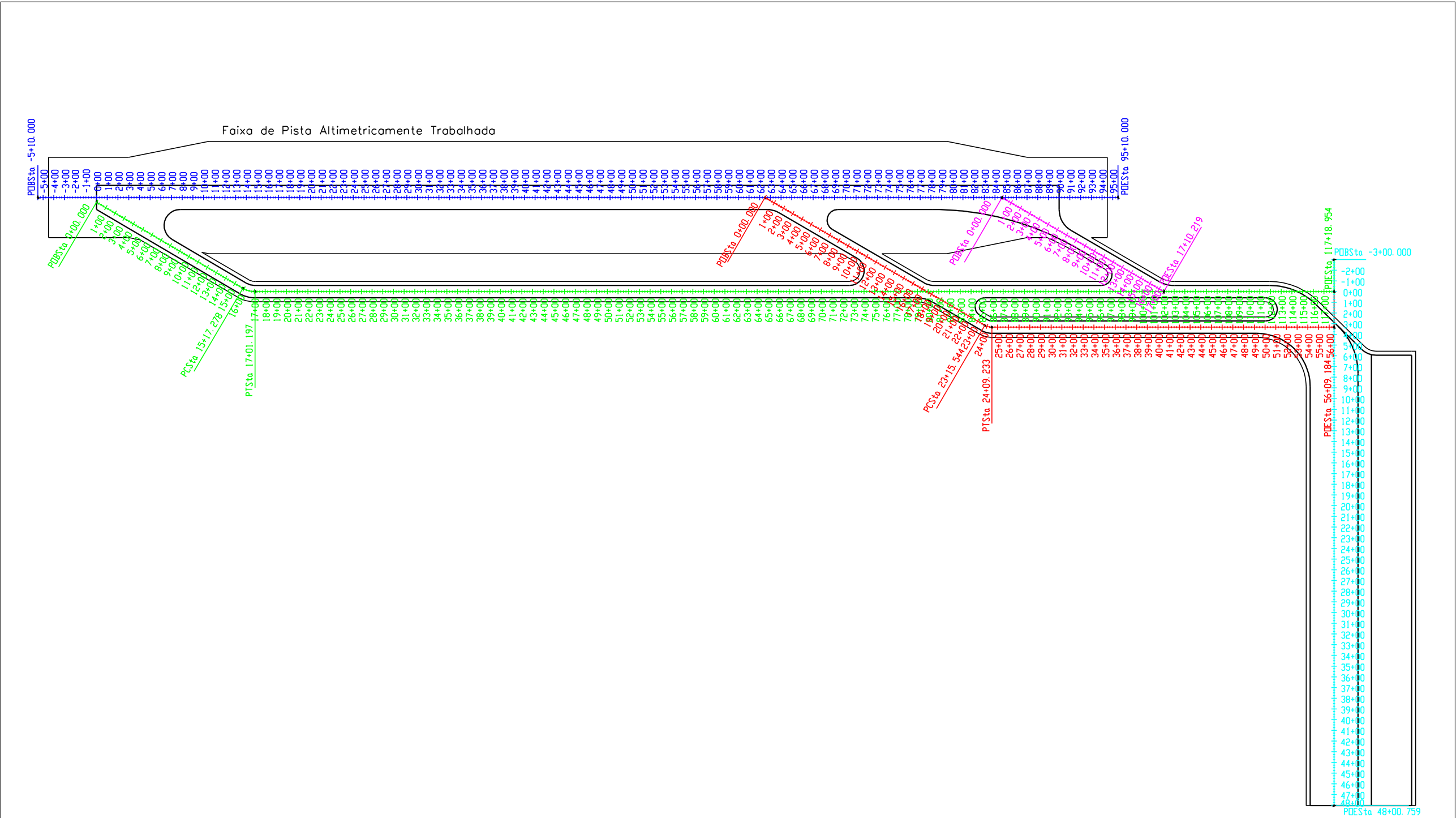
[15] INFRAERO. **Plano de Desenvolvimento do Aeroporto**. Guarulhos, 2004.



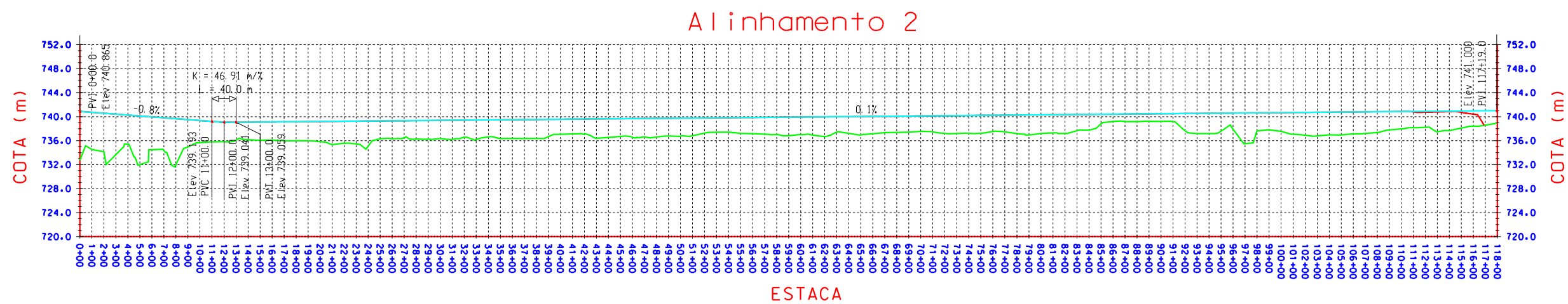
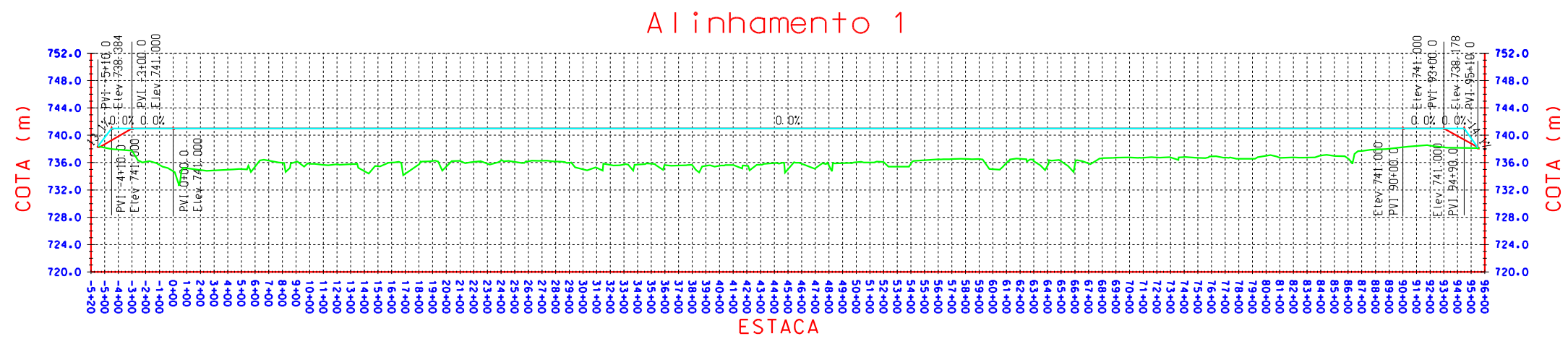




INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	
TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."	LEGENDA: CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (A CADA 5M) CURVAS DE NÍVEL AUXILIARES (A CADA 1M)
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS	
ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA) JIRO HASHIZUME (INFRAERO) ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)	ESCALA 1:10000 APÊNDICE C: CURVAS DE NÍVEL DO TERRENO

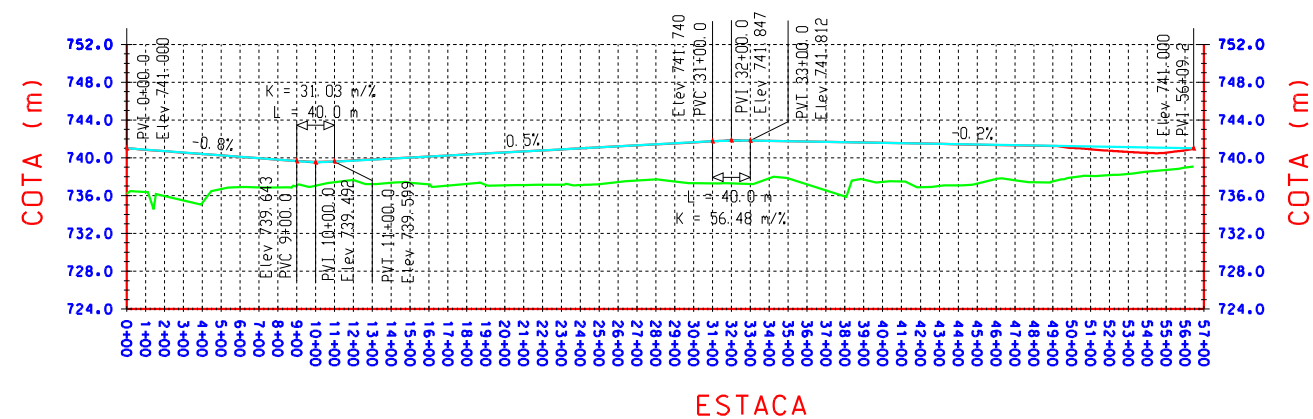


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	LEGENDA: ALINHAMENTO HORIZONTAL 1 ALINHAMENTO HORIZONTAL 2 ALINHAMENTO HORIZONTAL 3 ALINHAMENTO HORIZONTAL 4 ALINHAMENTO HORIZONTAL 5
TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."	
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS	ESCALA 1:8000
ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA) JIRO HASHIZUME (INFRAERO) ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)	APÊNDICE D: ALINHAMENTOS HORIZONTAIS (ESTAQUEAMENTO)

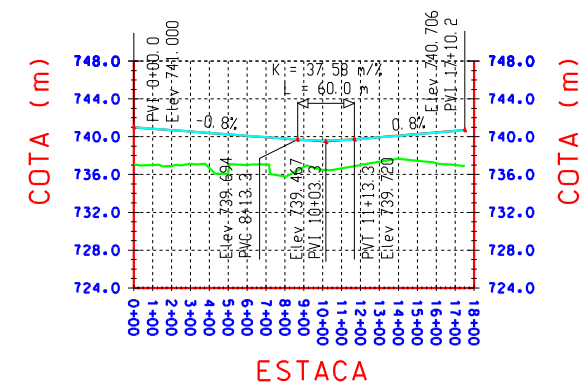


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA		
TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."		ESCALA: HORIZONTAL 1:8000 VERTICAL 1:800
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS		
ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA) JIRO HASHIZUME (INFRAERO) ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)		APÊNDICE E: PERFIS LONGITUDINAIS

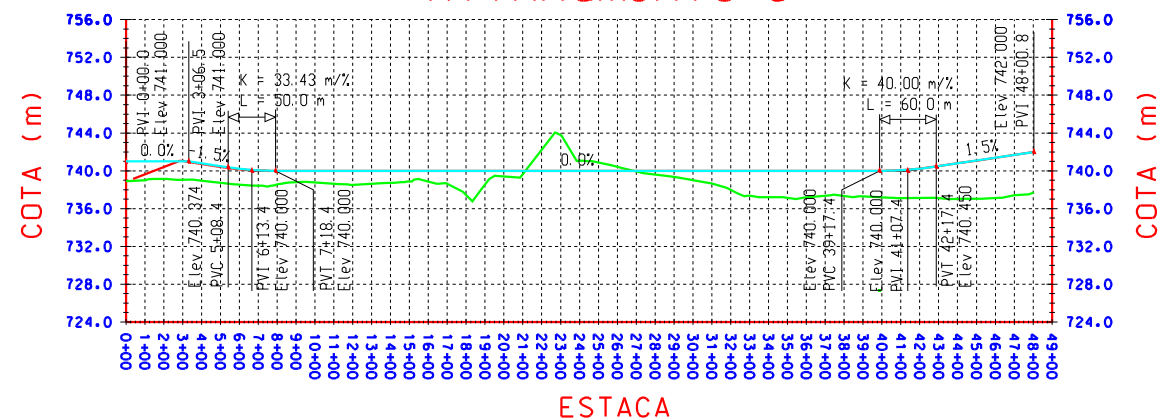
Alinhamento 3



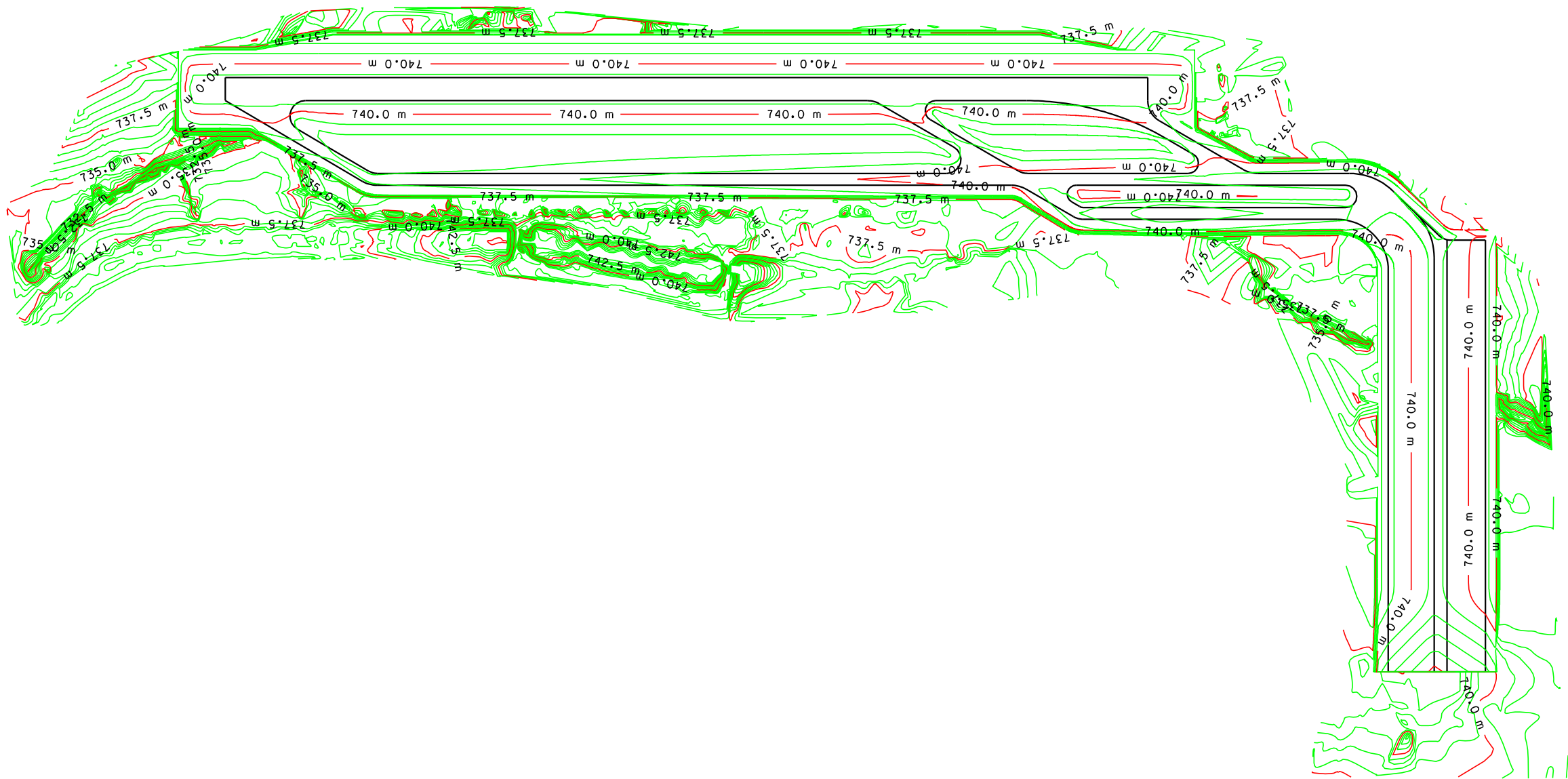
Alinhamento 4



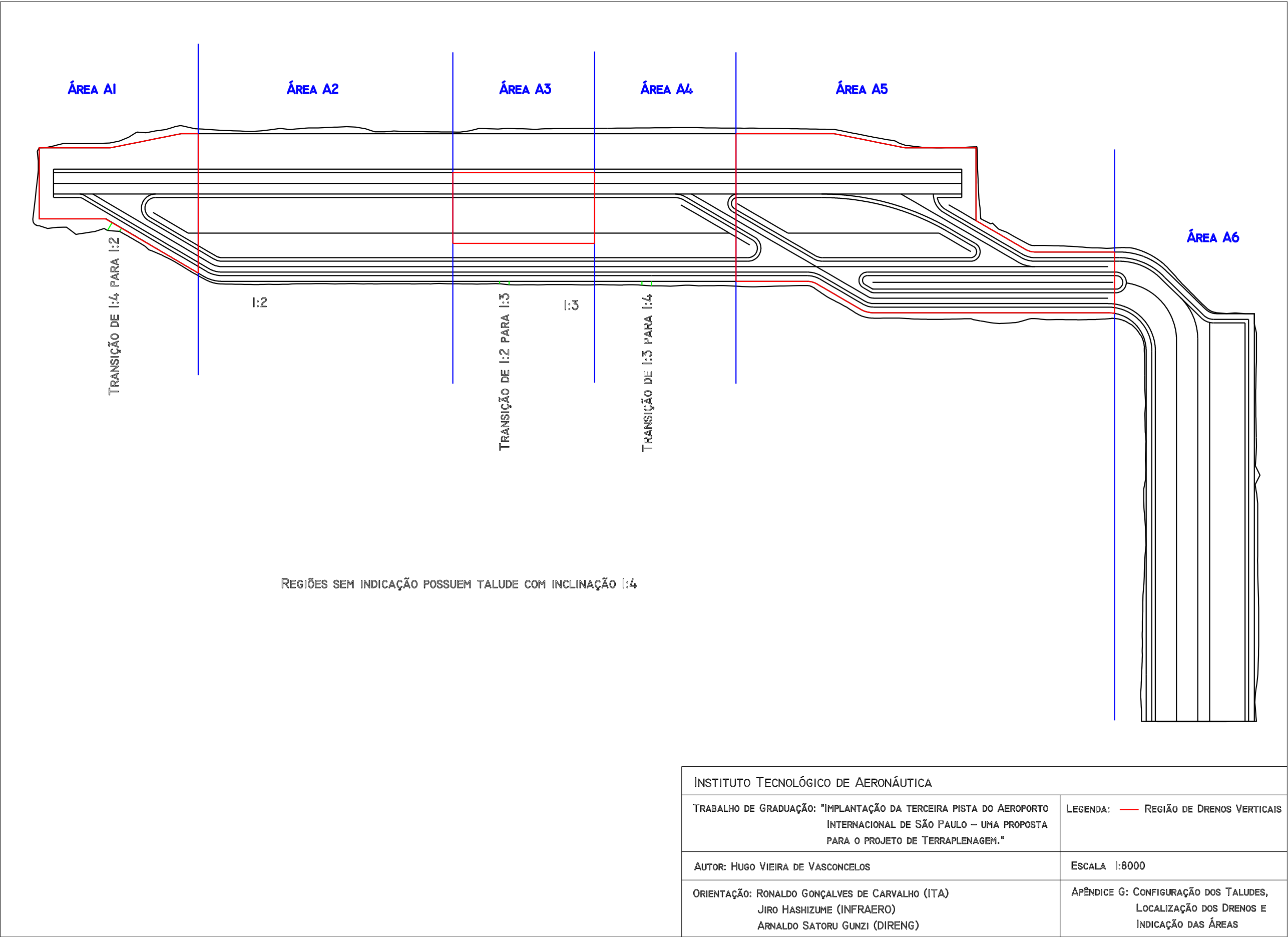
Alinhamento 5

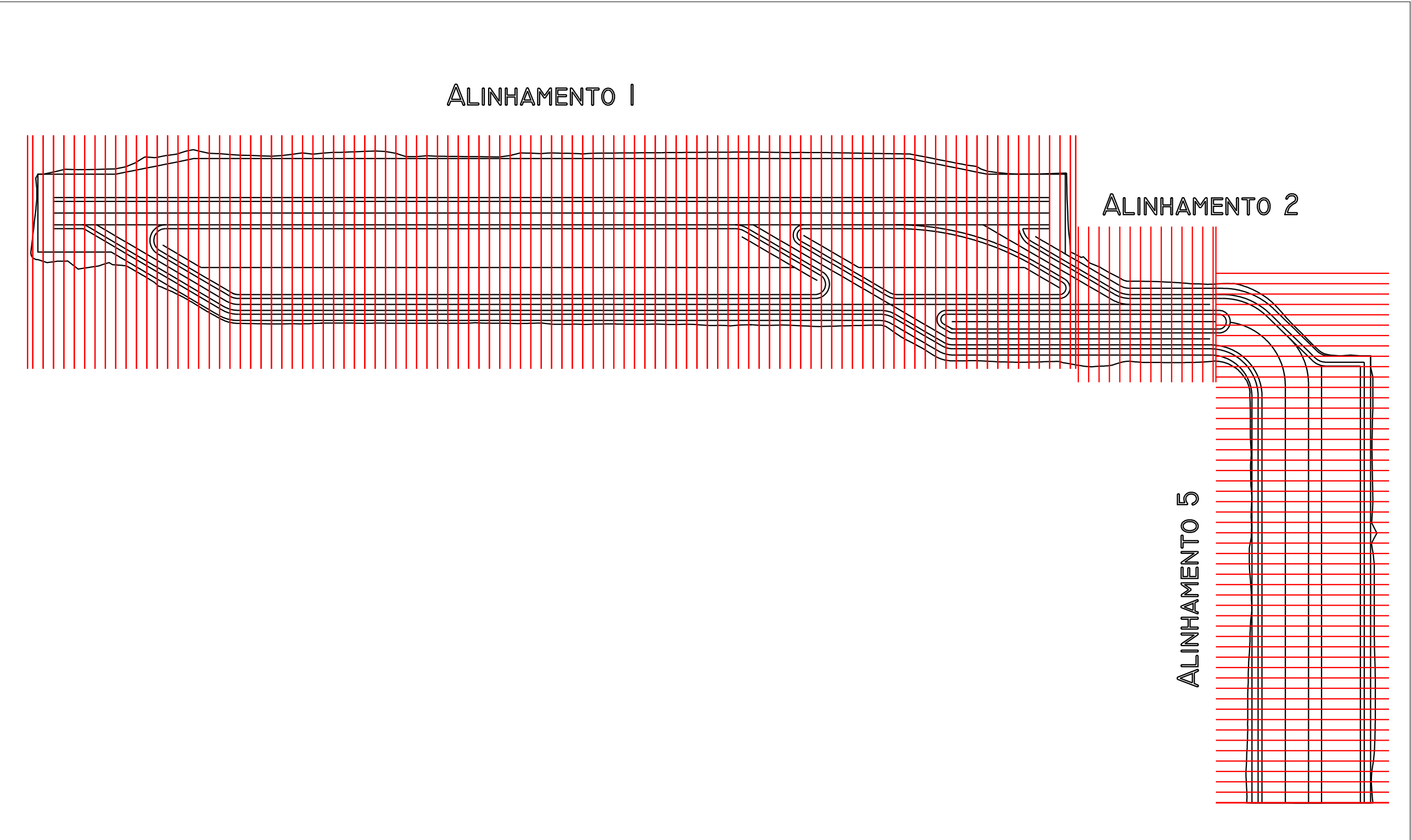


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	
TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."	ESCALA: HORIZONTAL 1:8000 VERTICAL 1:800
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS	APÊNDICE E: PERFIS LONGITUDINAIS
ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA) JIRO HASHIZUME (INFRAERO) ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)	

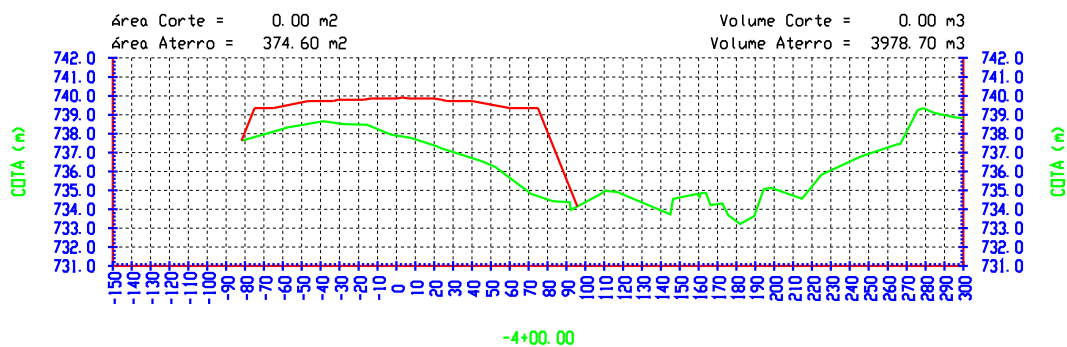
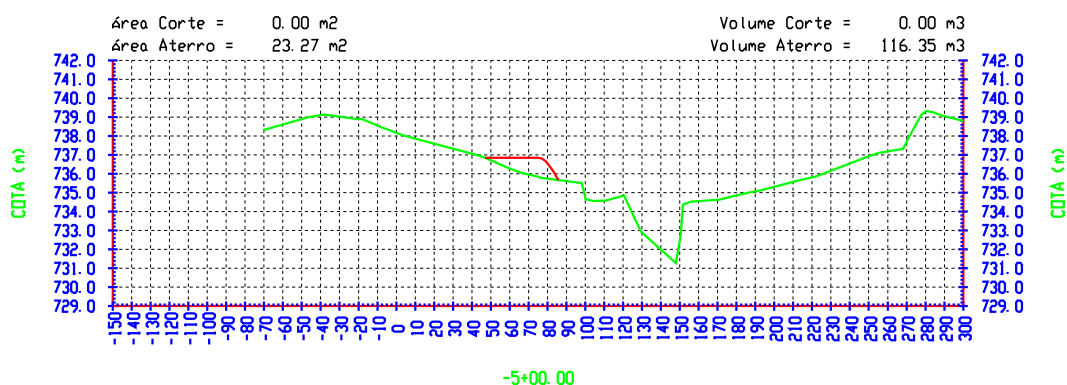
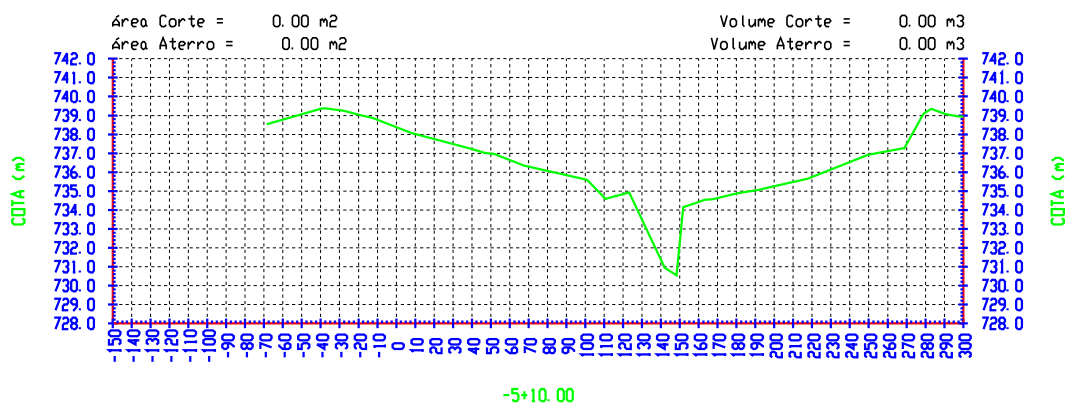


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA	
TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."	LEGENDA: CURVAS DE NÍVEL PRINCIPAIS (A CADA 2,5M) CURVAS DE NÍVEL AUXILIARES (A CADA 0,5M)
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS	
ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA) JIRO HASHIZUME (INFRAERO) ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)	ESCALA 1:10000
	APÊNDICE F: CURVAS DO PROJETO FINAL (ATERRO ACABADO)





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA		
TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."		ESCALA: 1:8000
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS		
ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA) JIRO HASHIZUME (INFRAERO) ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)		APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

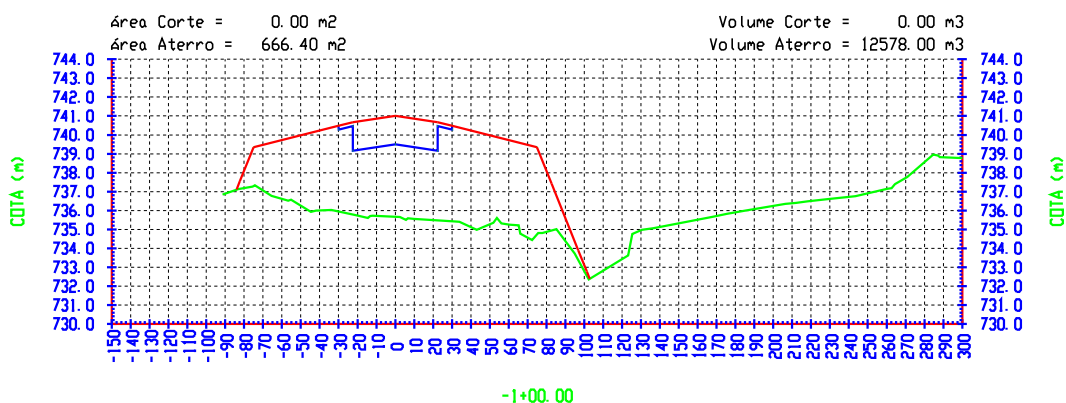
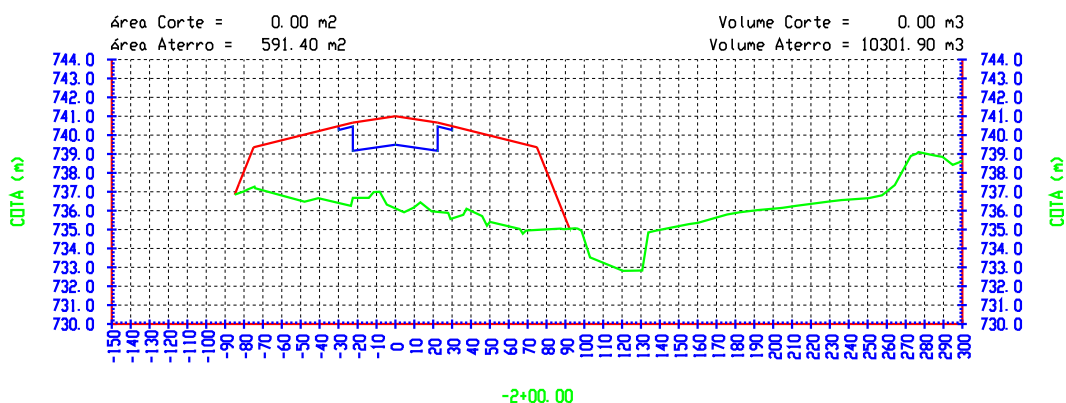
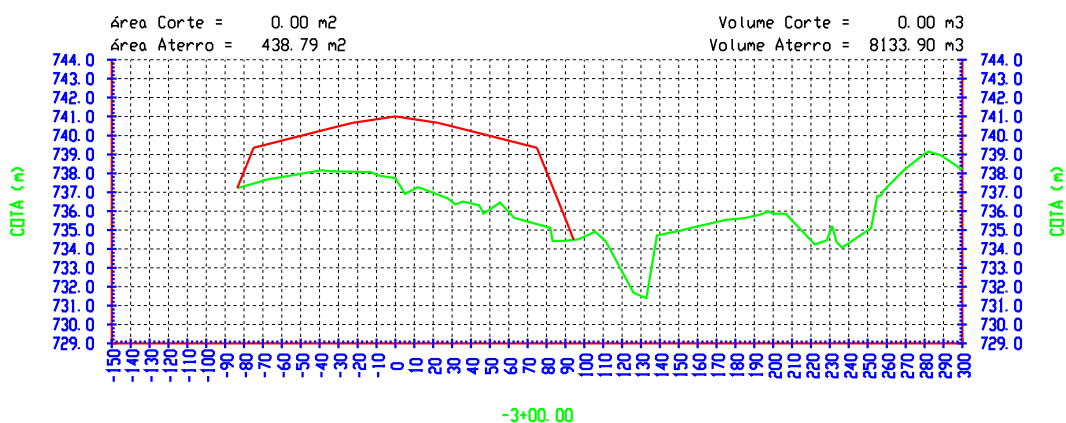
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

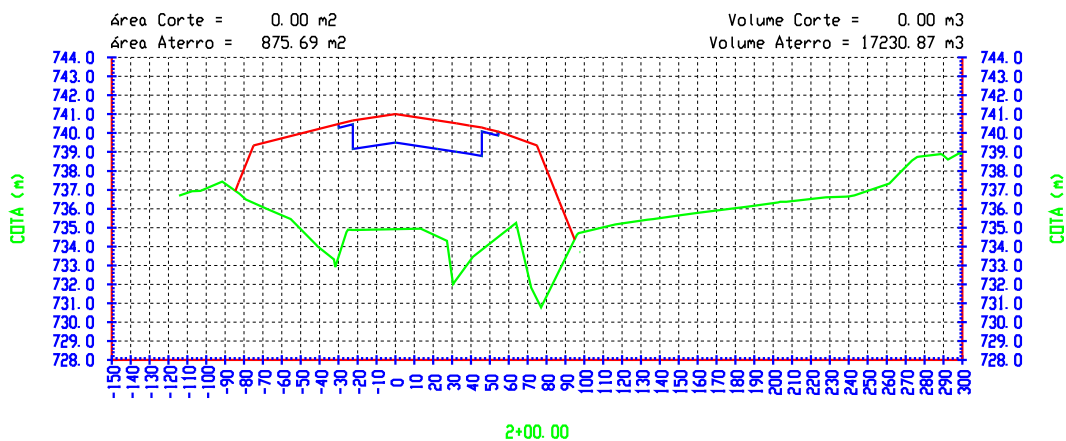
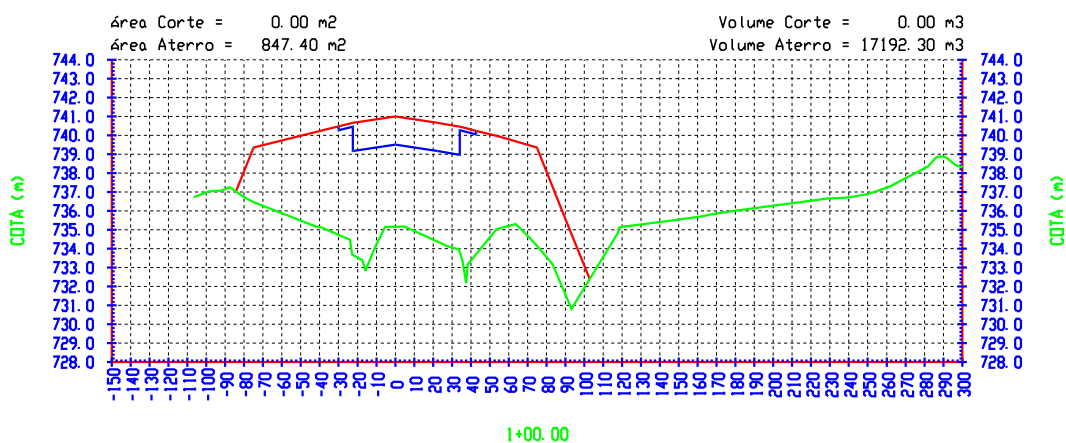
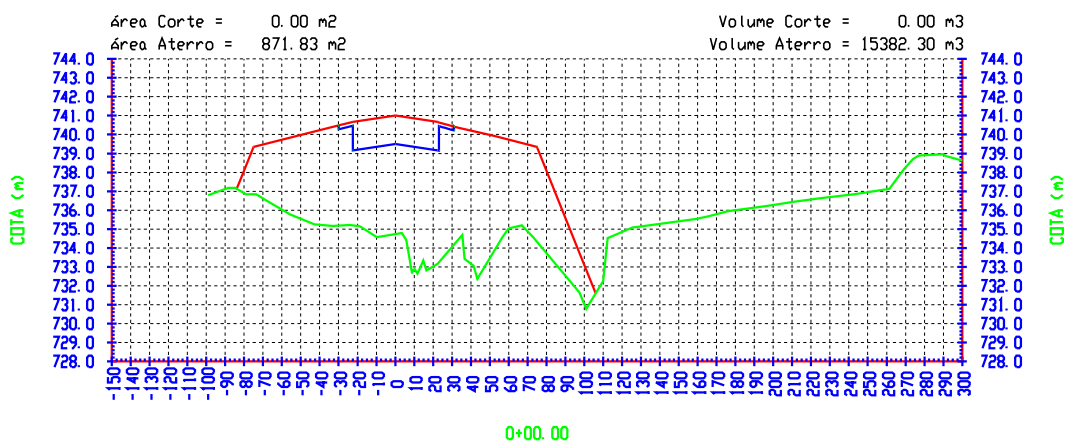
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

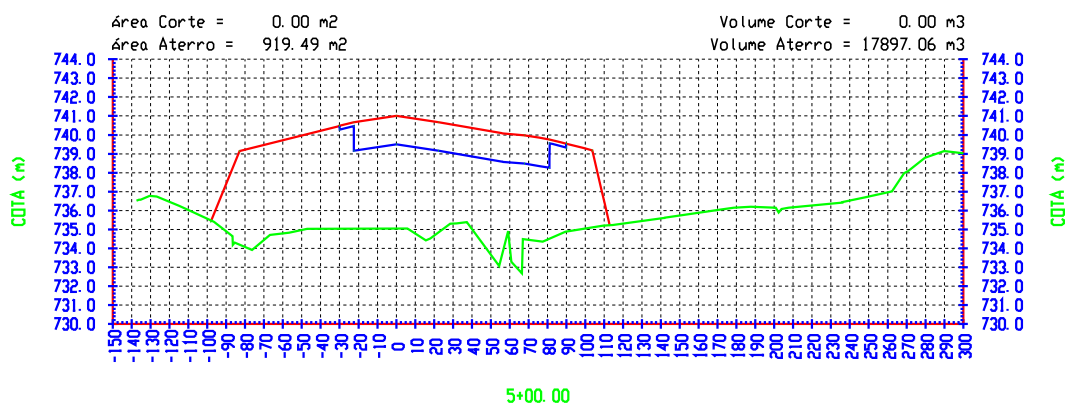
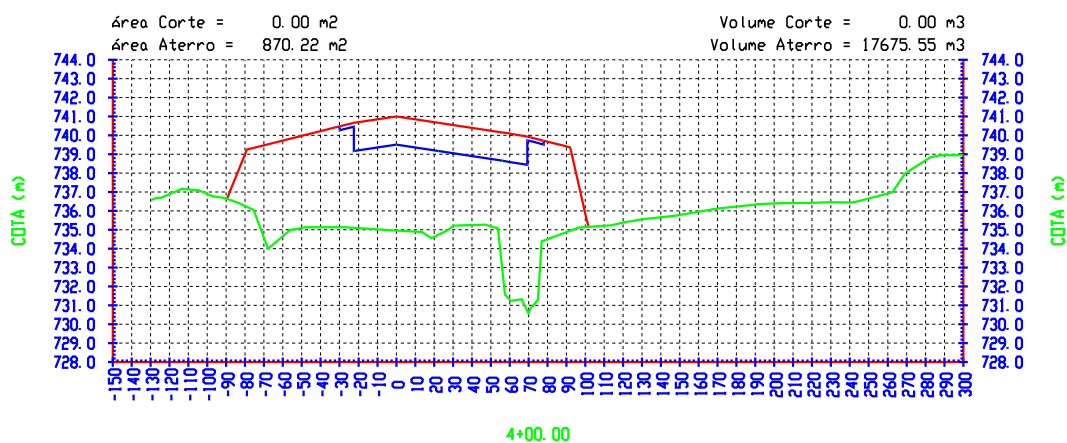
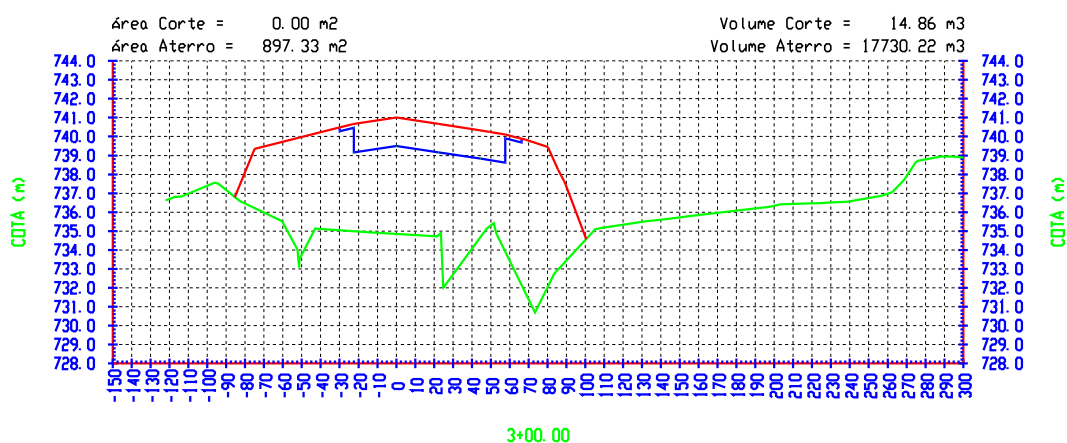
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

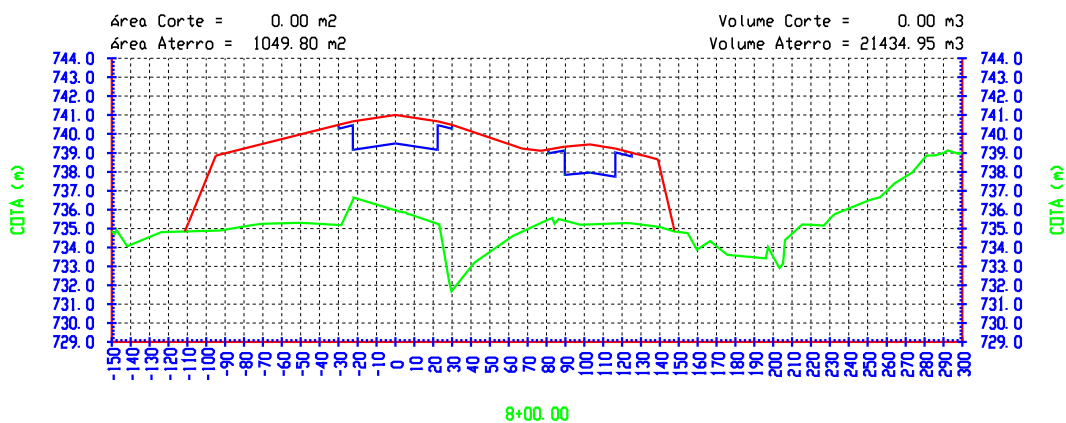
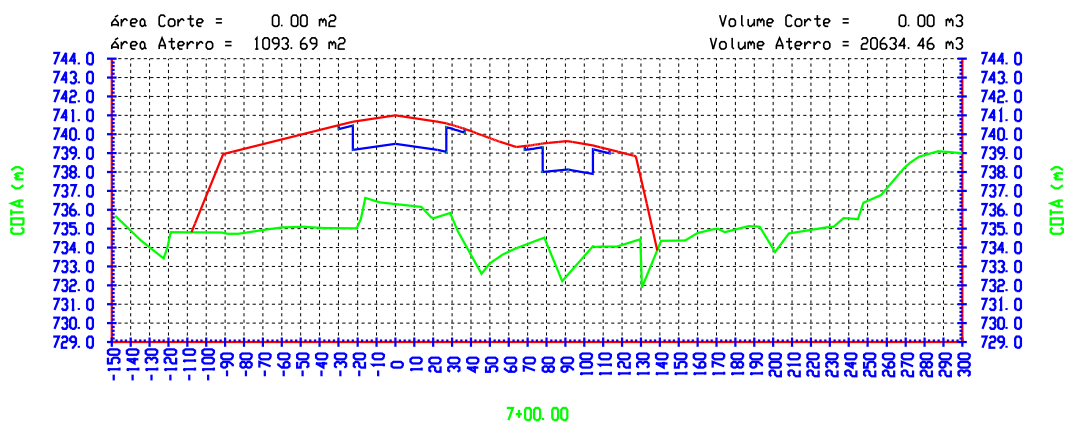
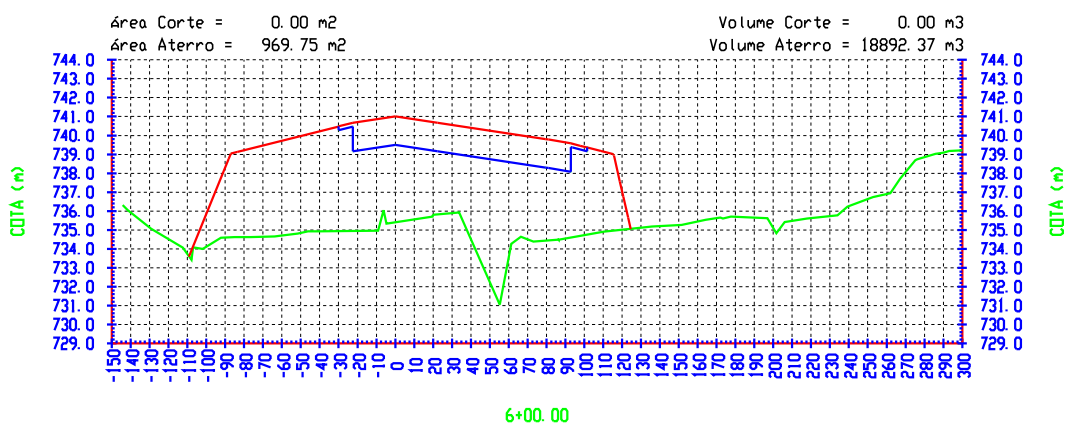
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

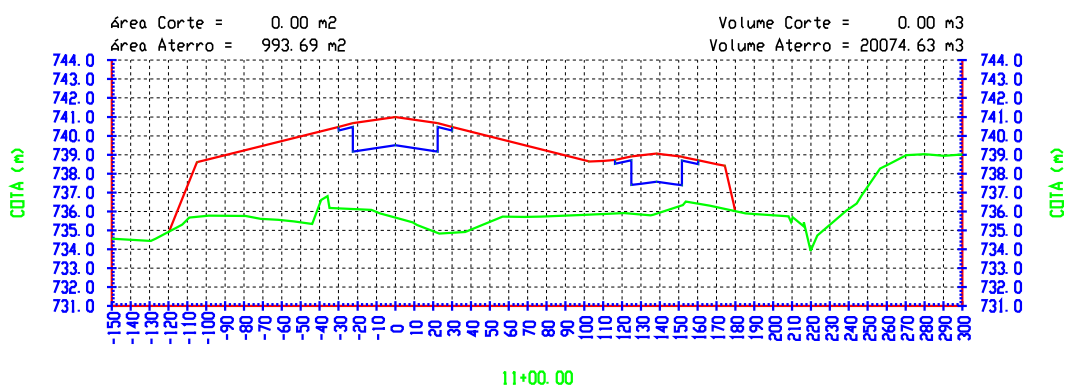
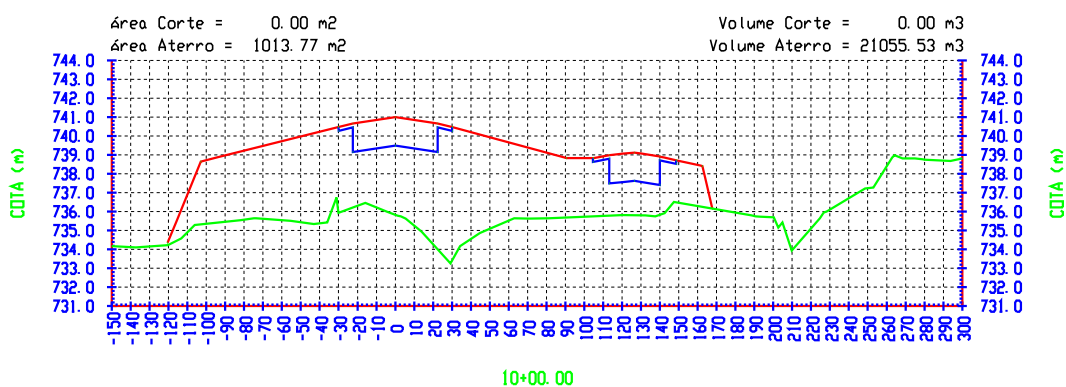
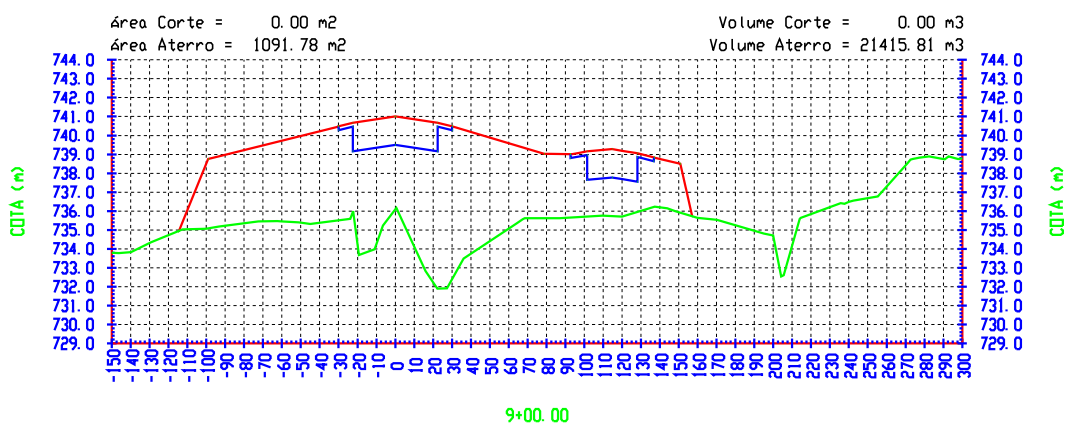
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

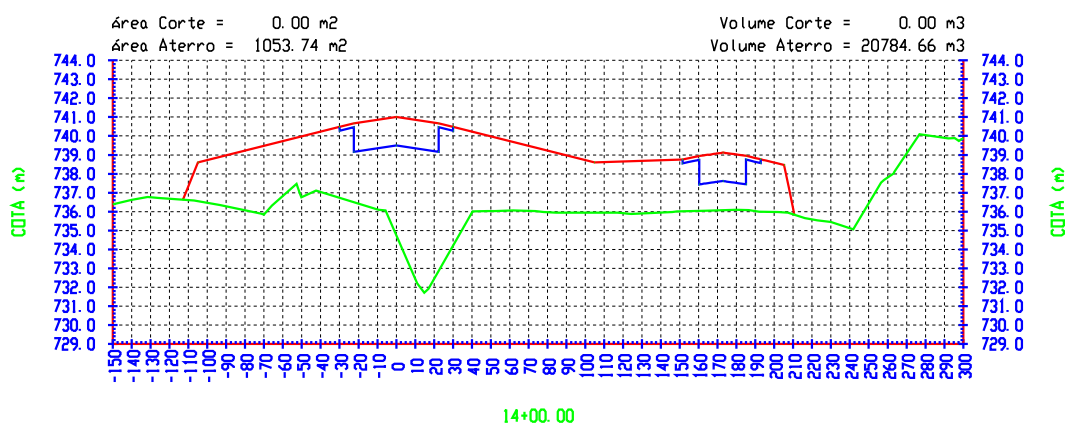
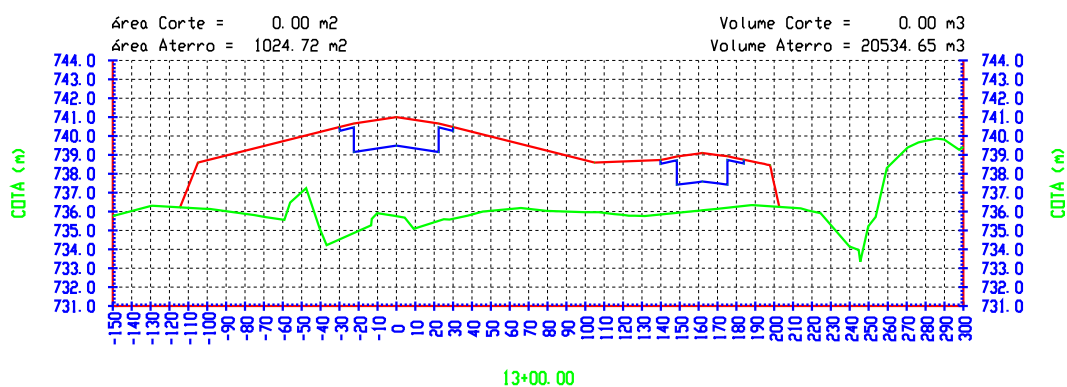
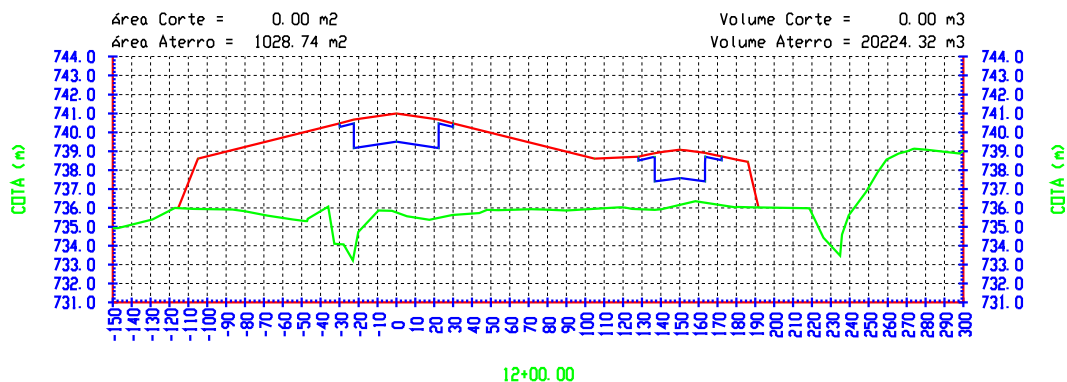
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

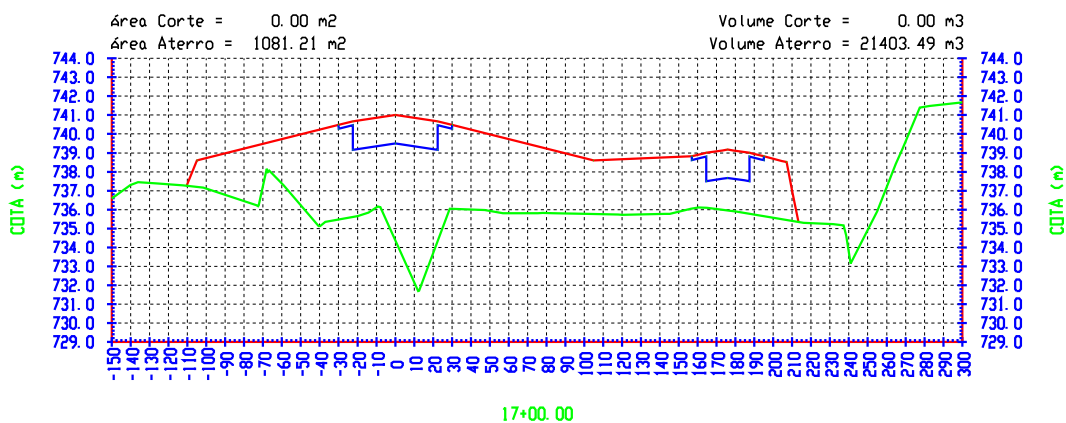
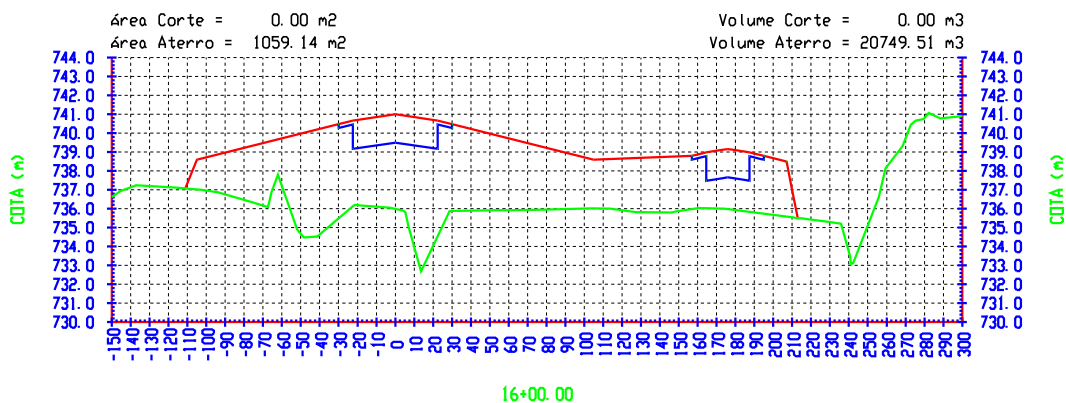
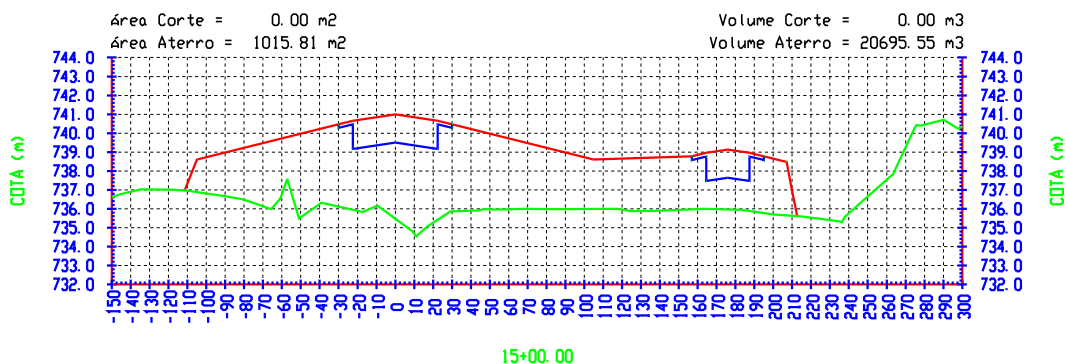
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

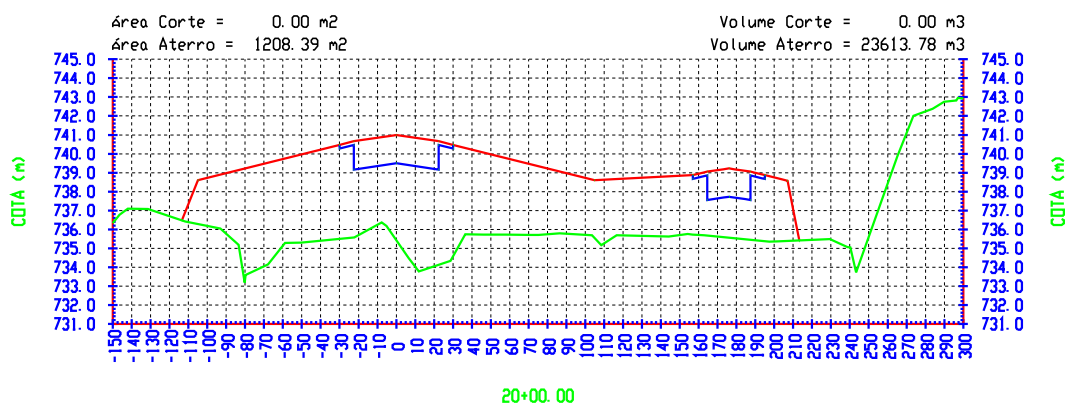
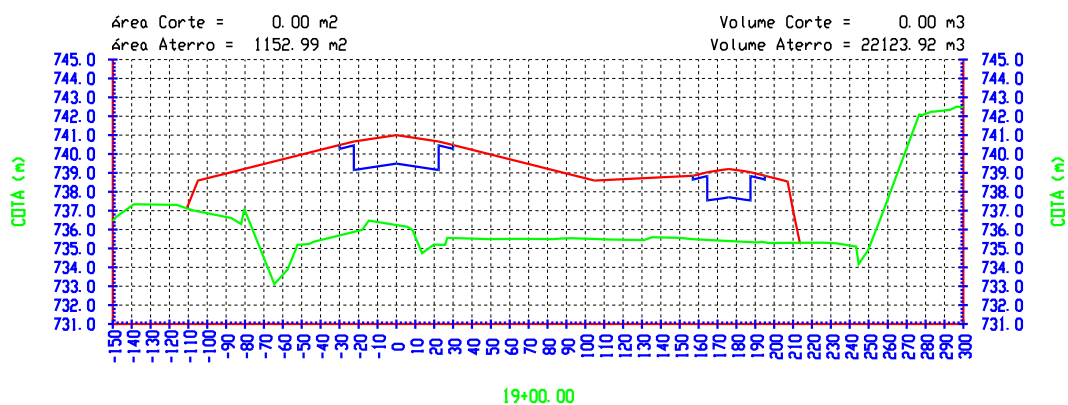
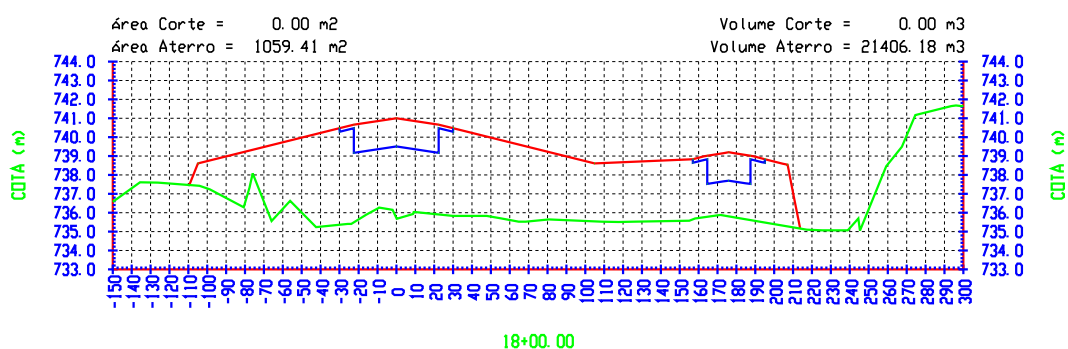
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

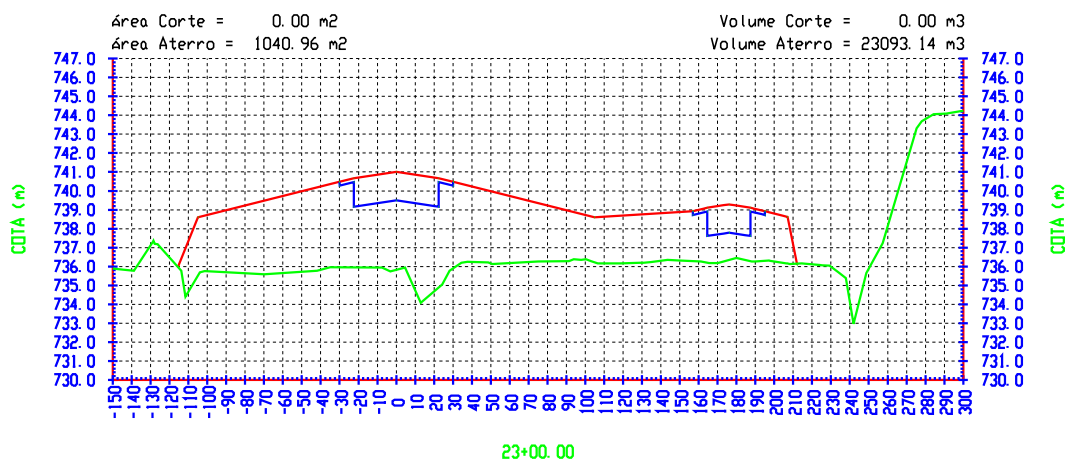
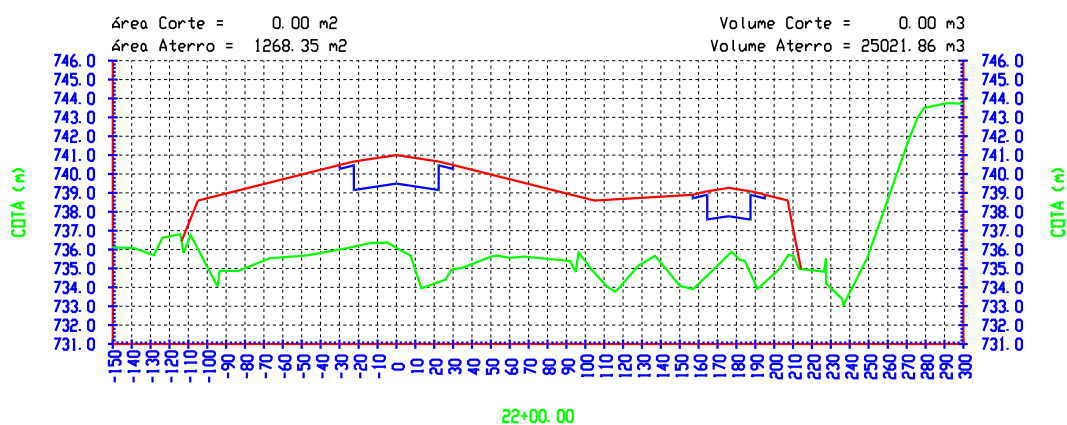
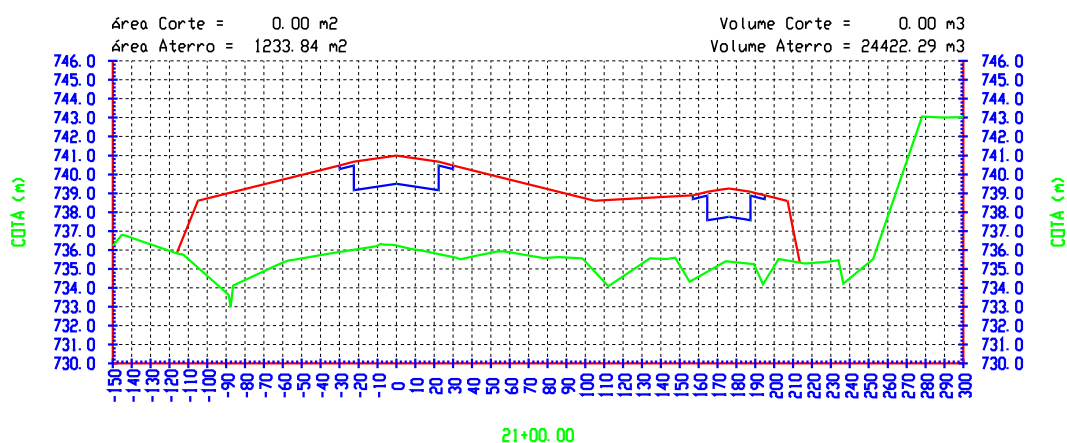
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

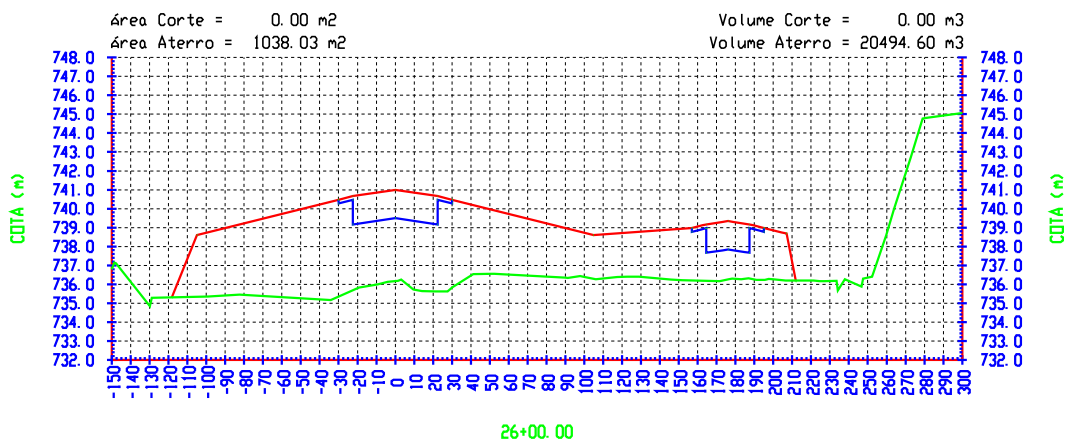
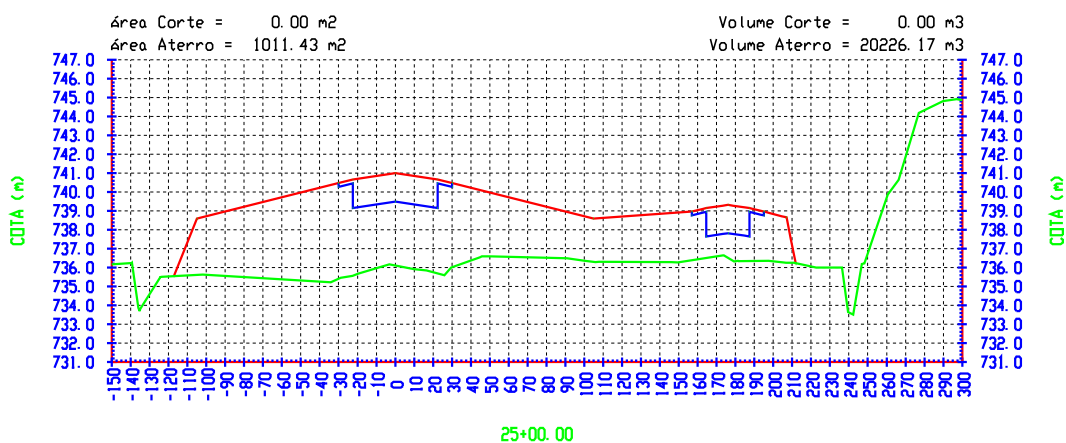
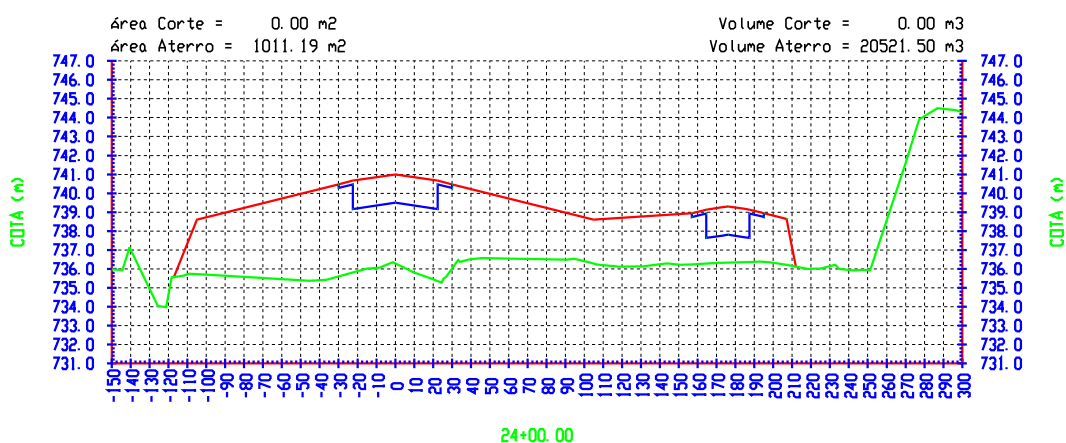
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

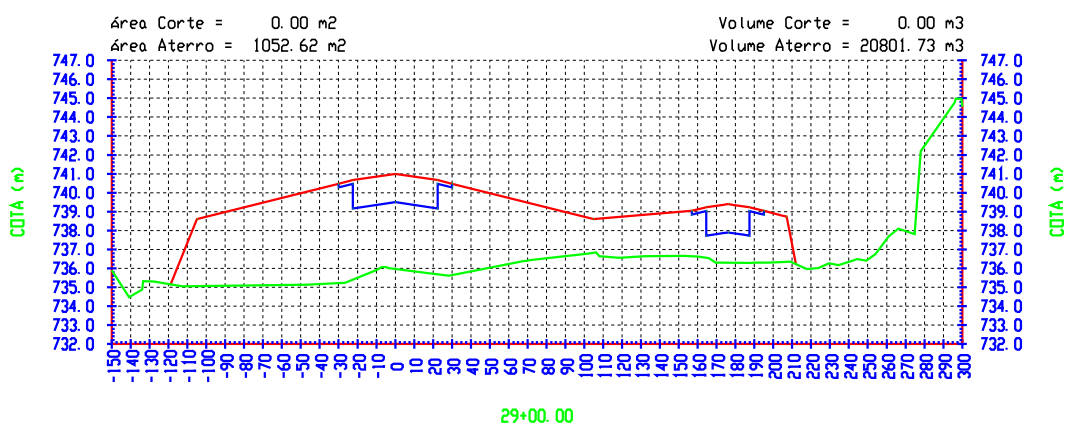
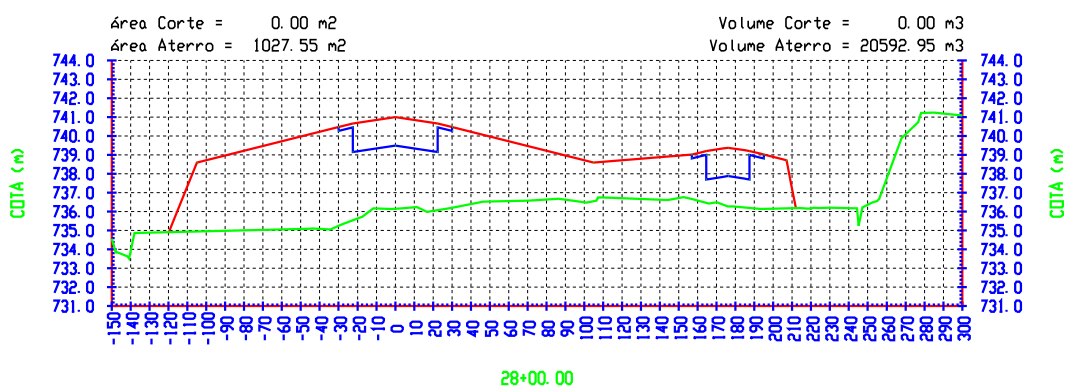
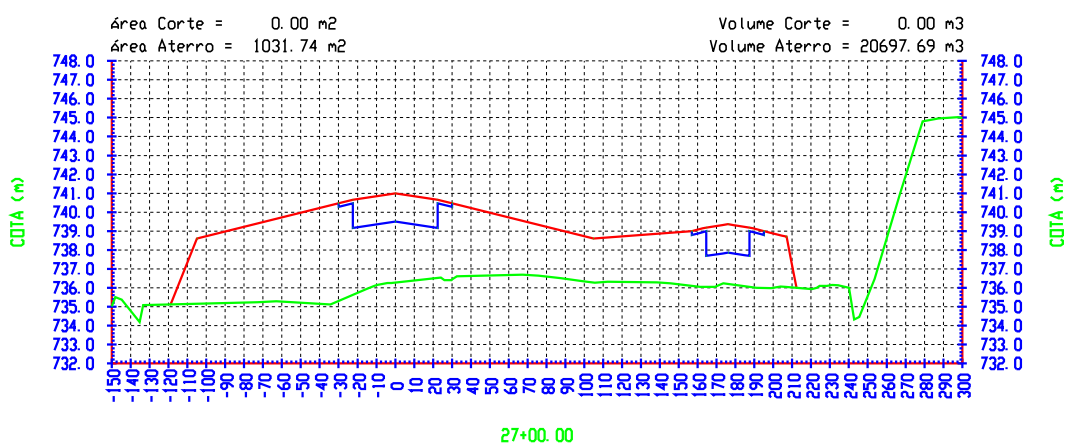
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

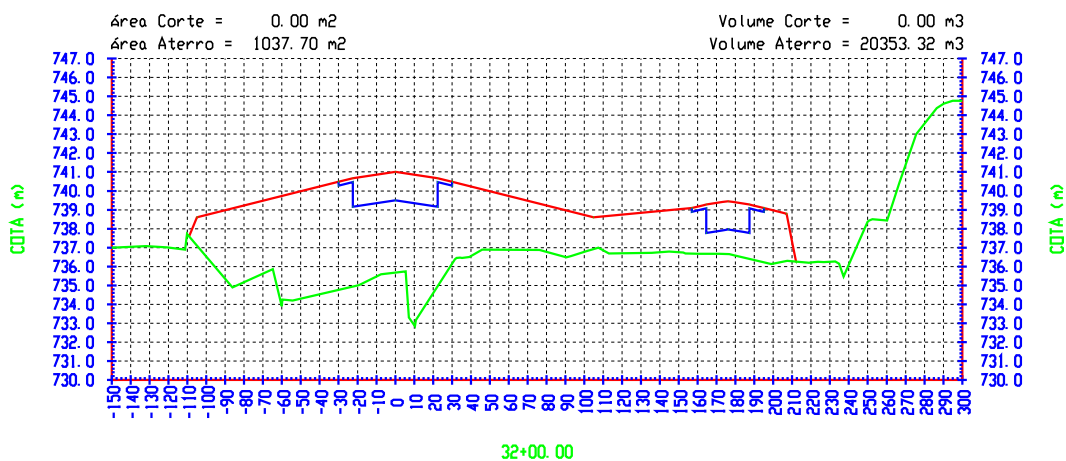
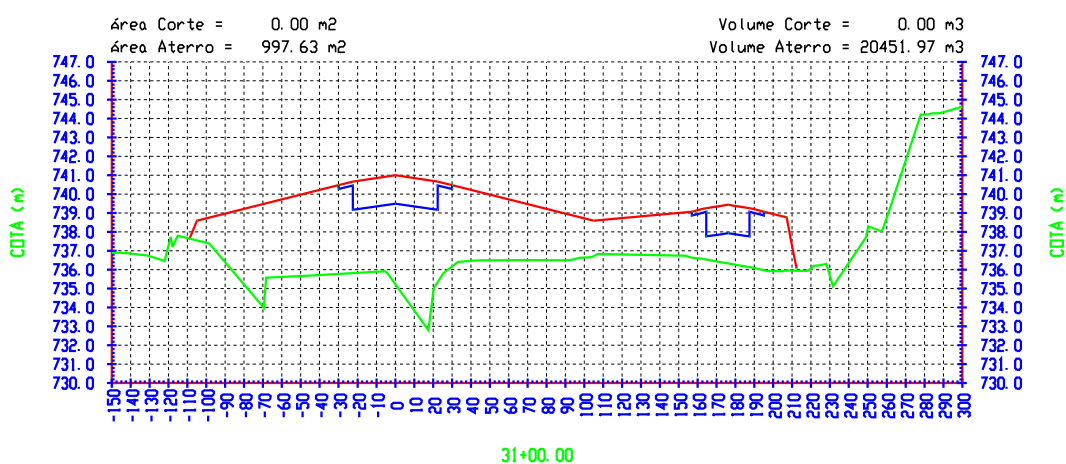
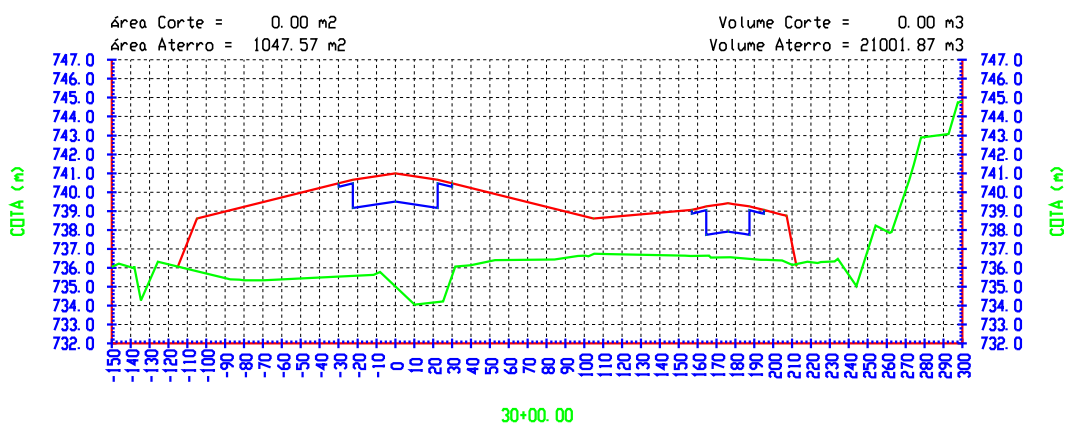
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

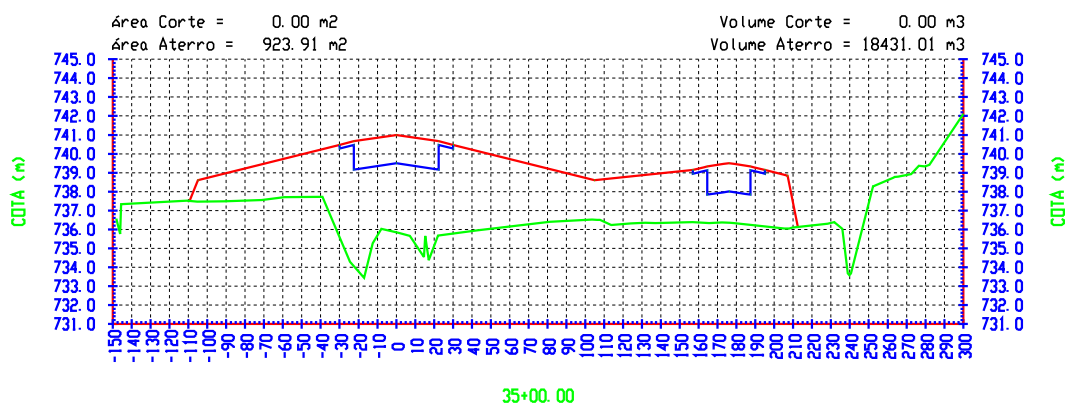
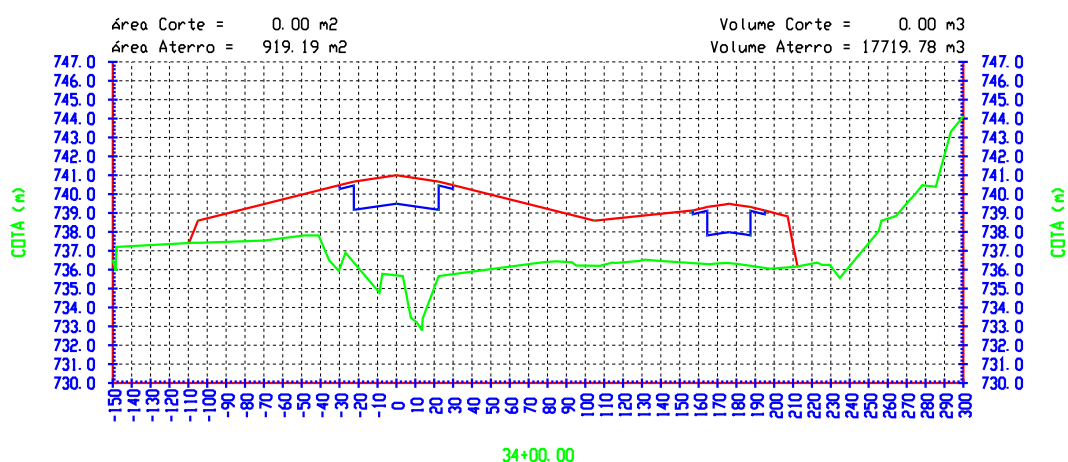
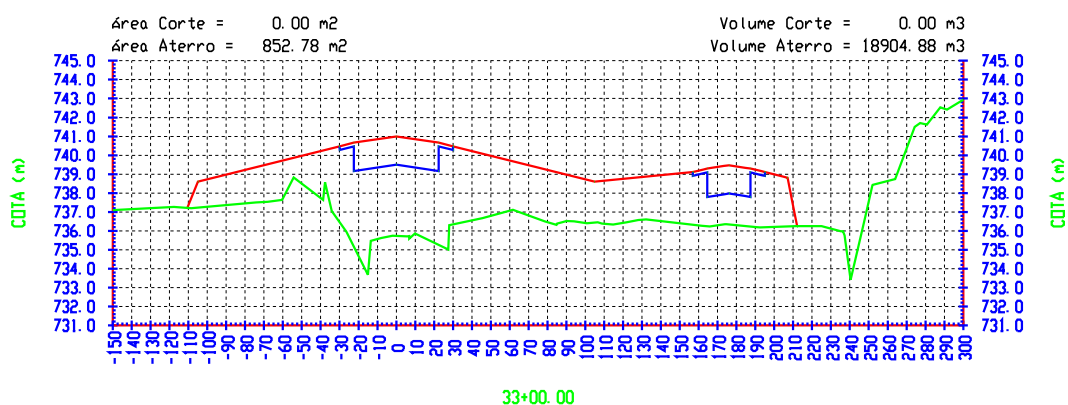
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

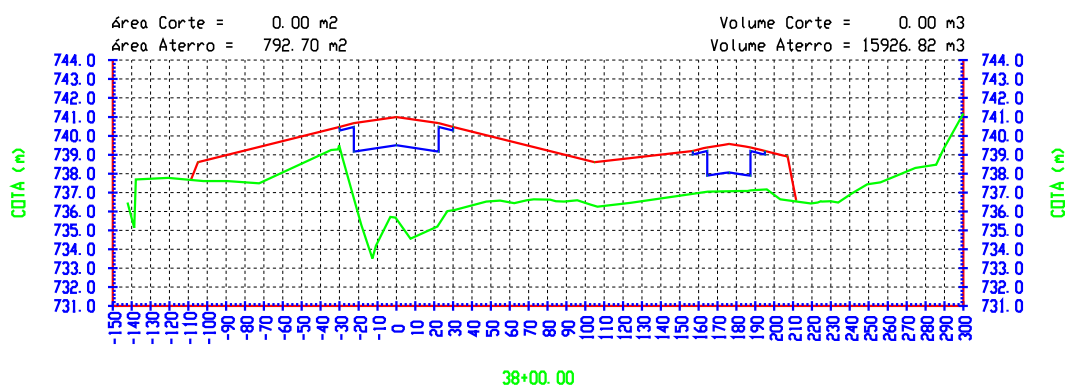
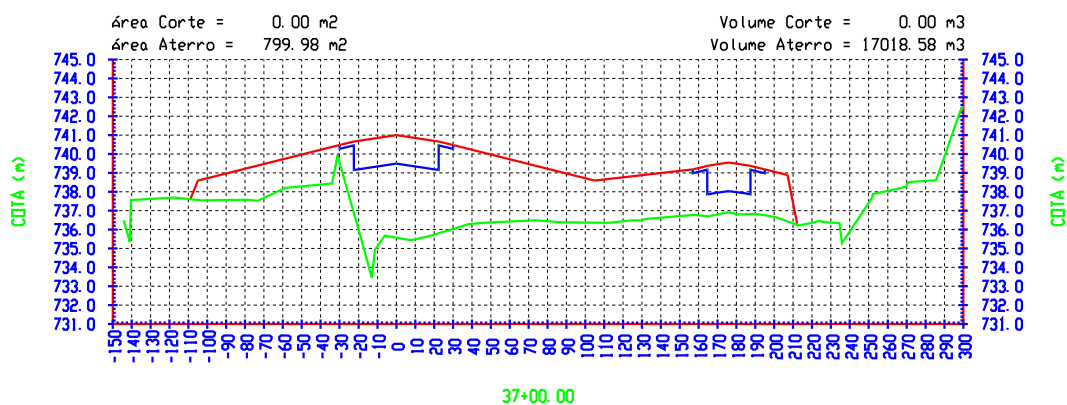
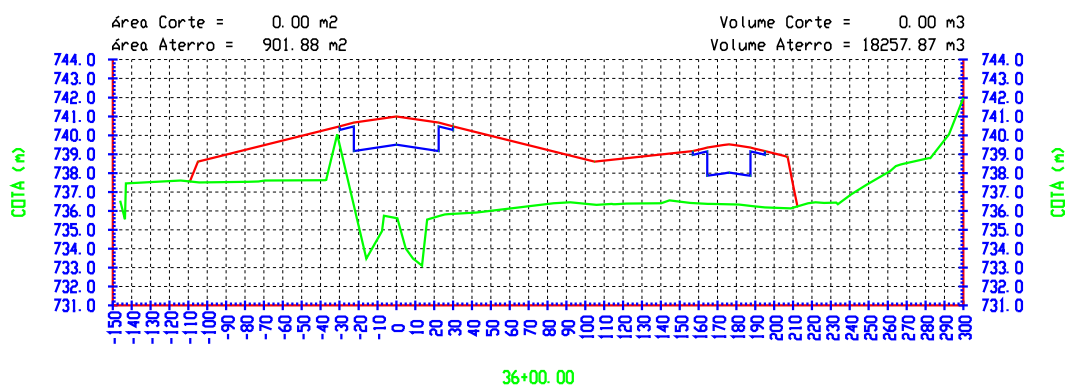
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

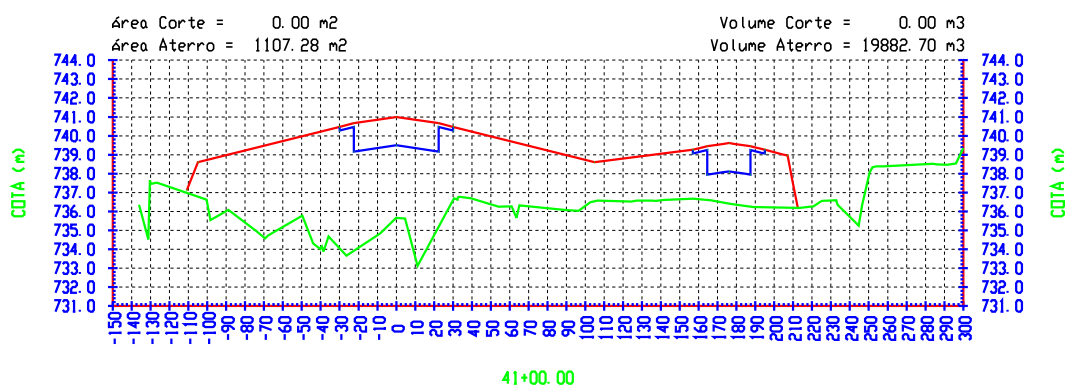
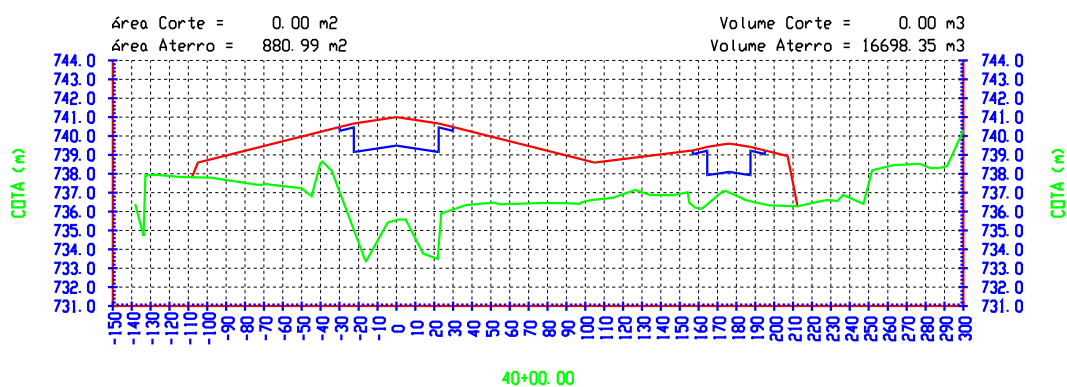
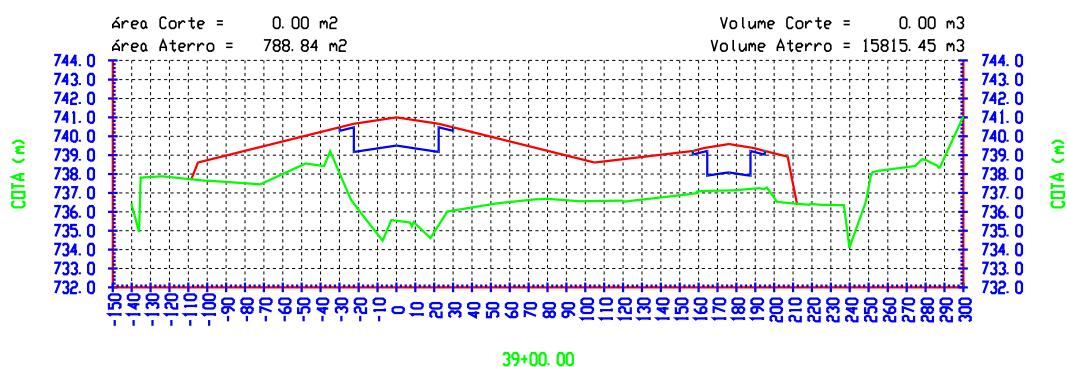
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

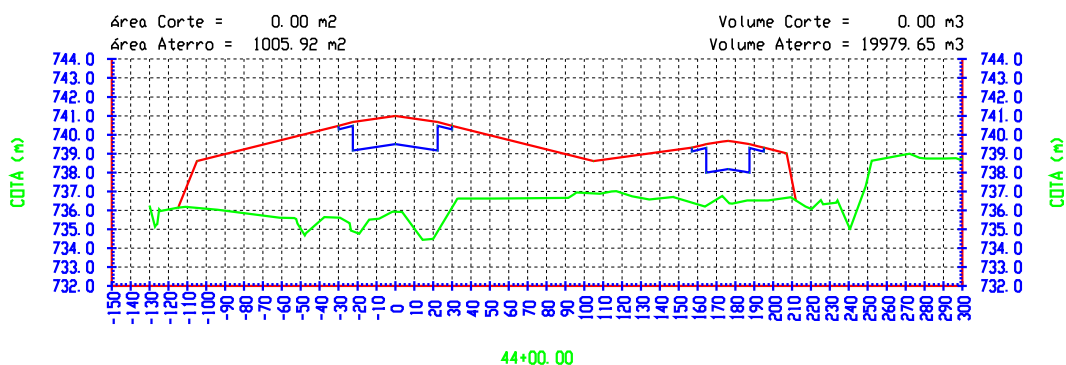
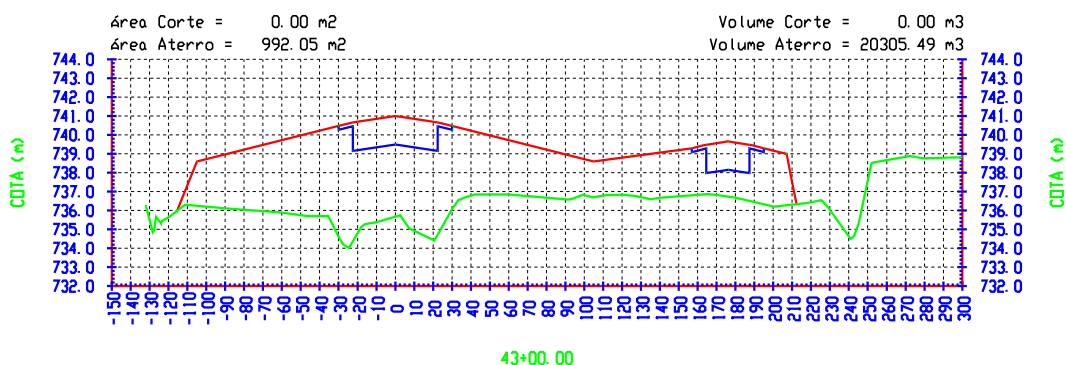
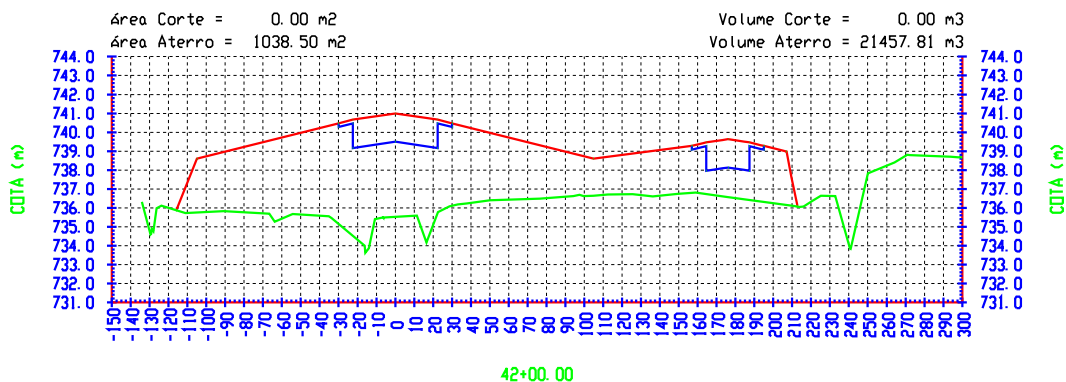
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

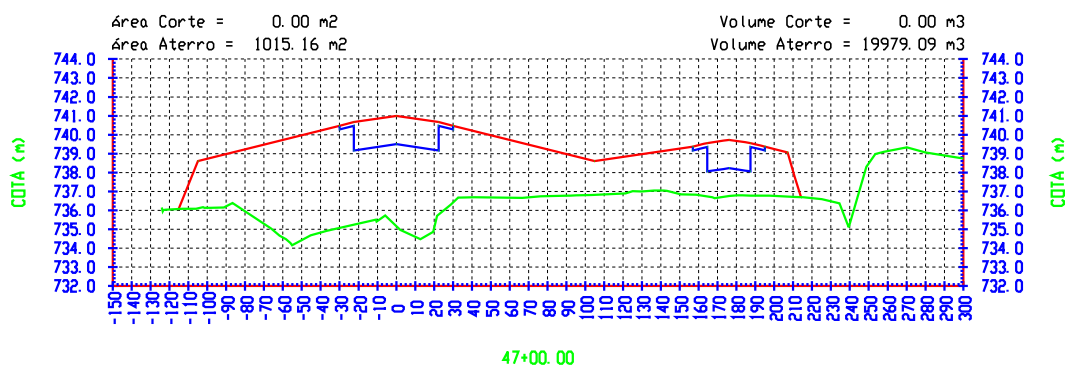
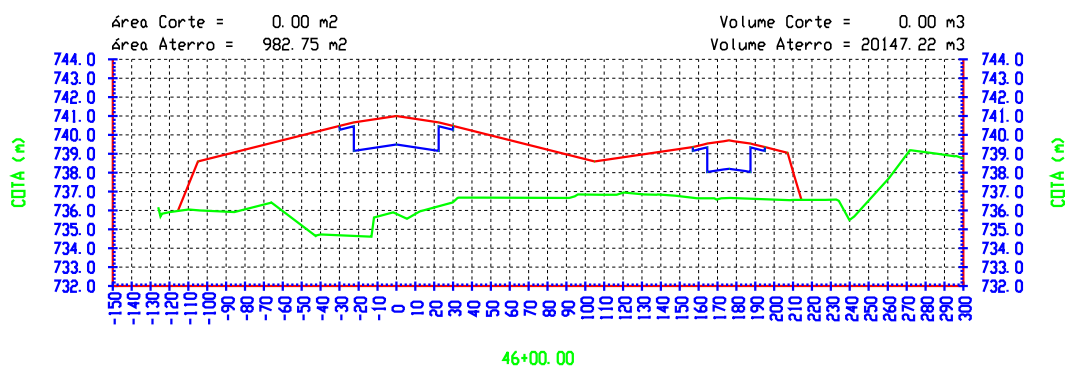
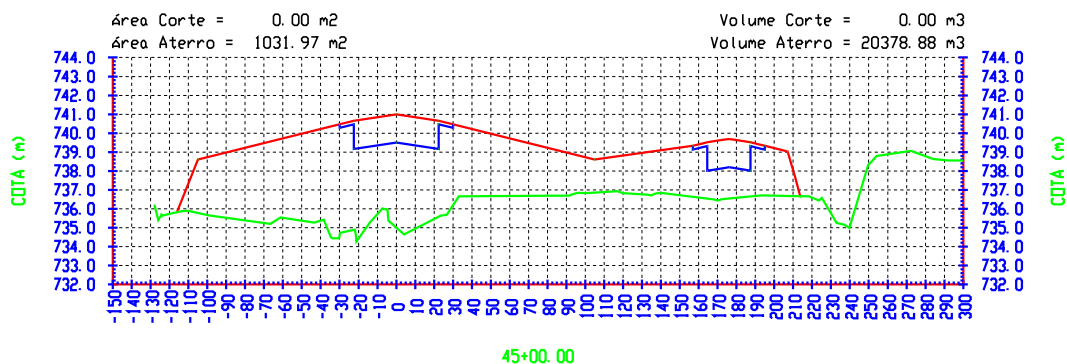
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

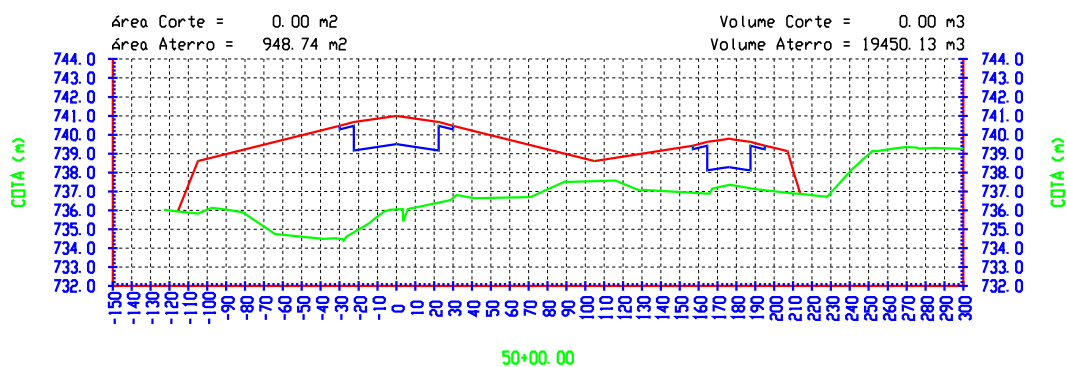
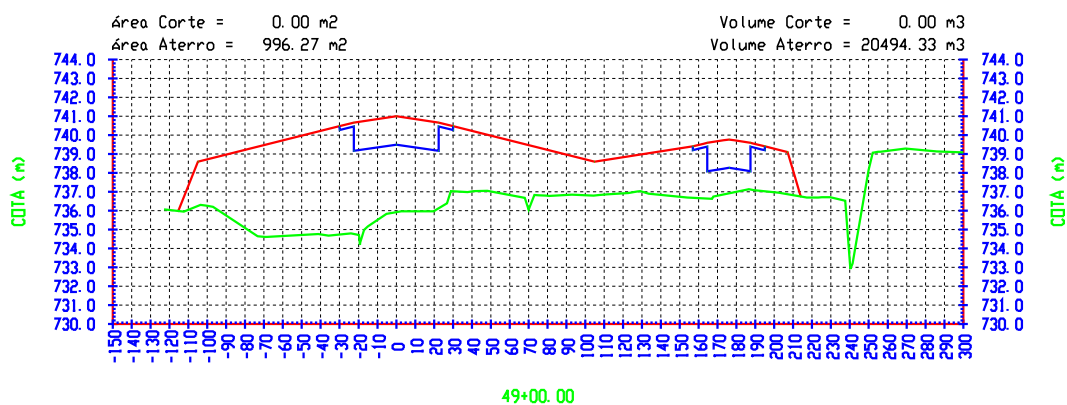
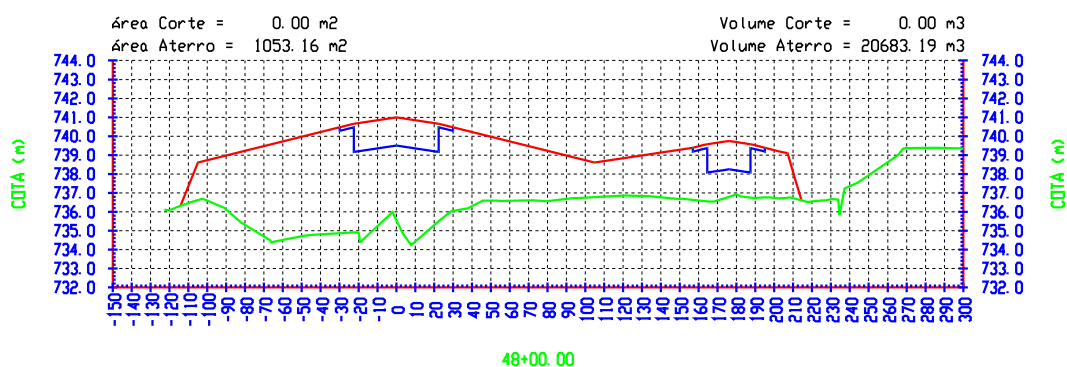
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

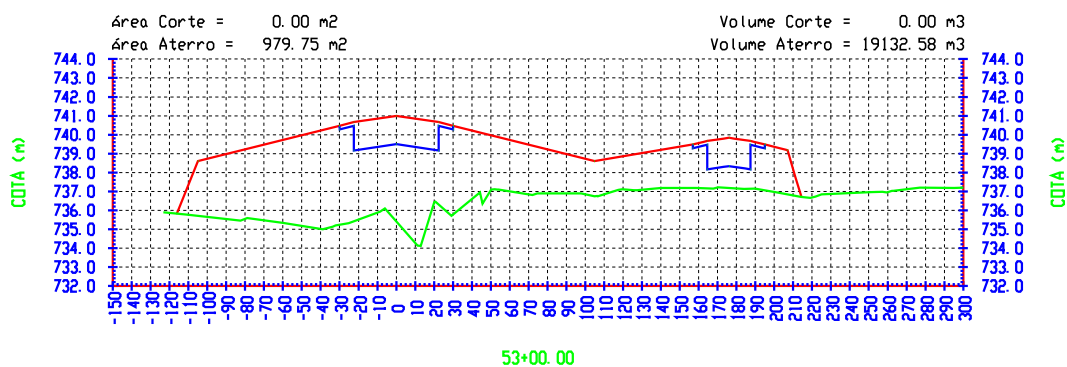
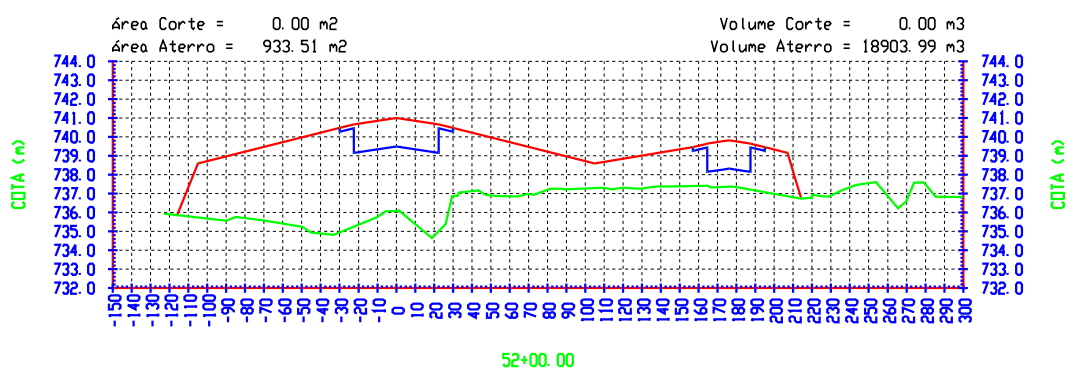
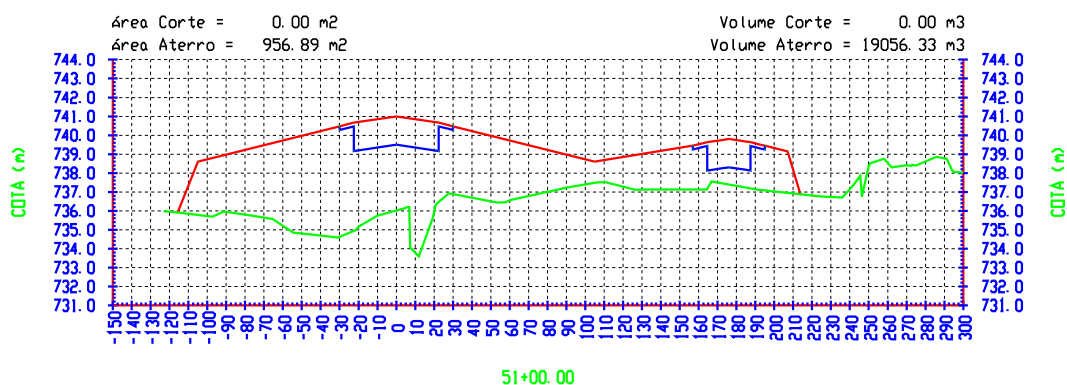
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

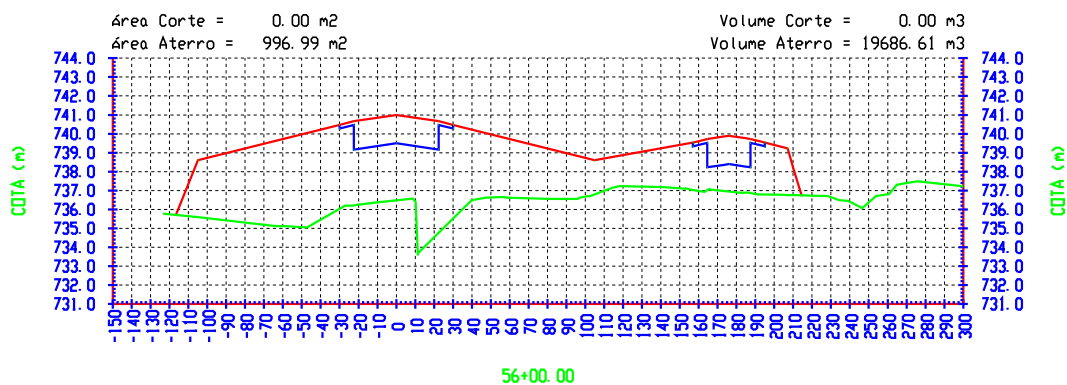
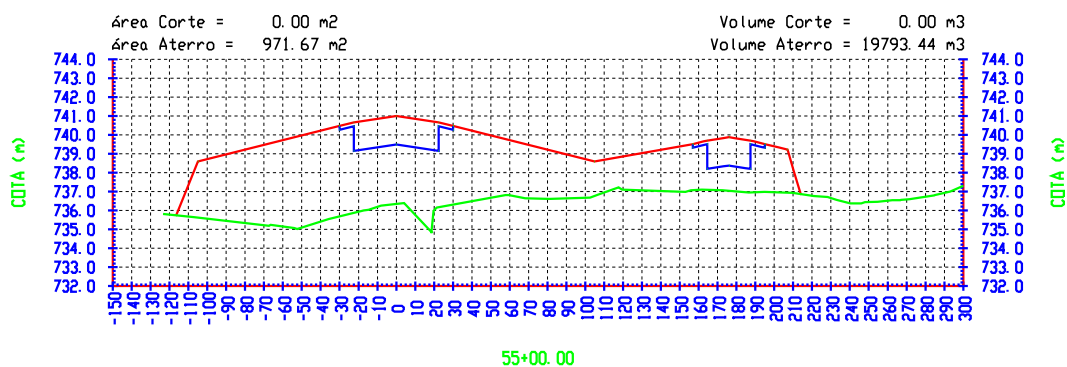
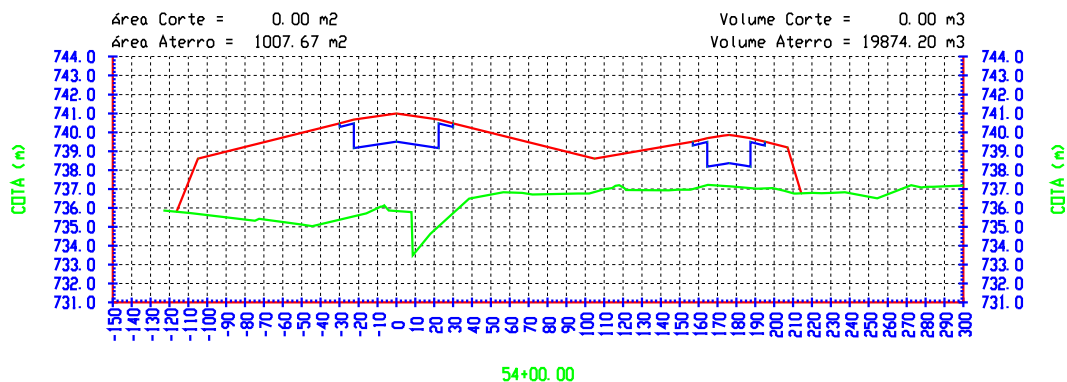
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

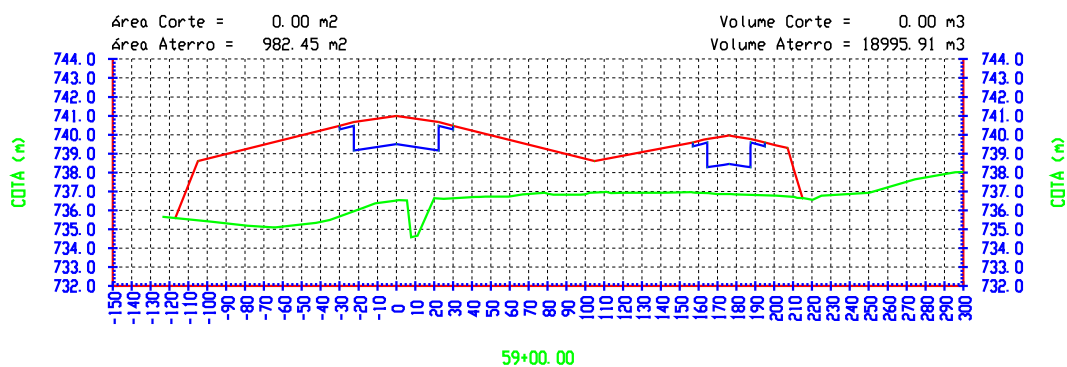
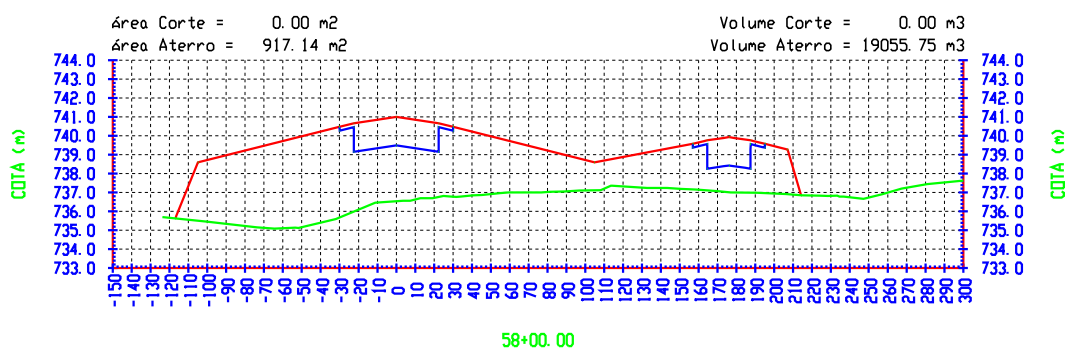
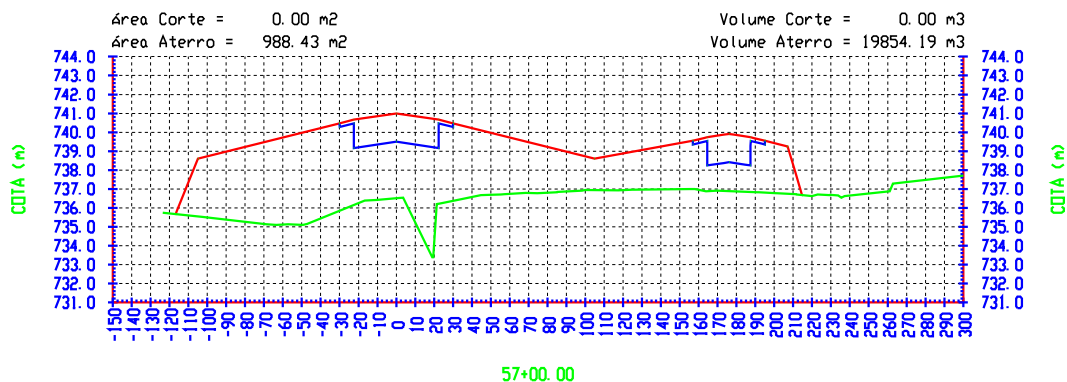
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

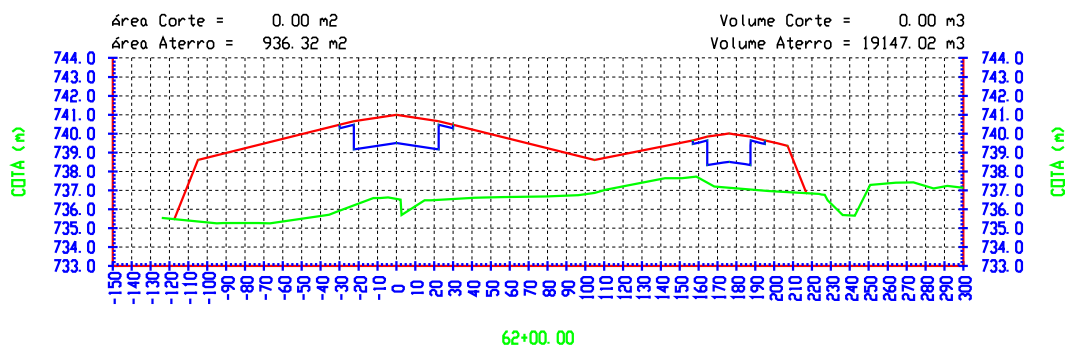
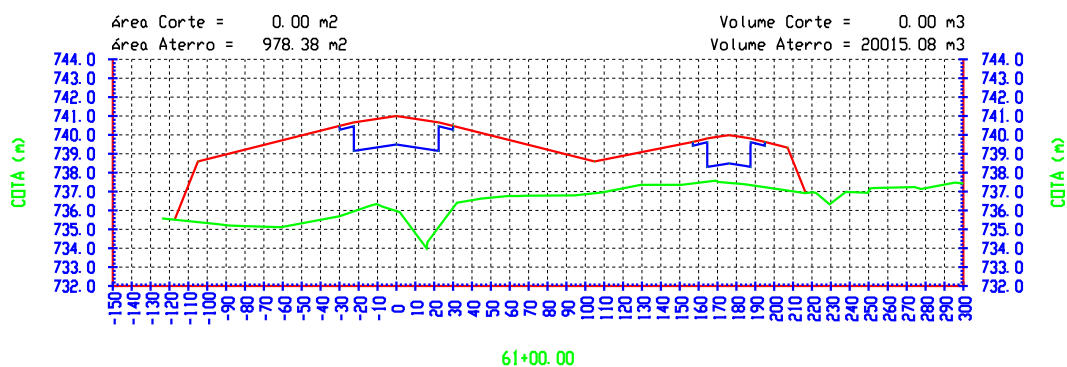
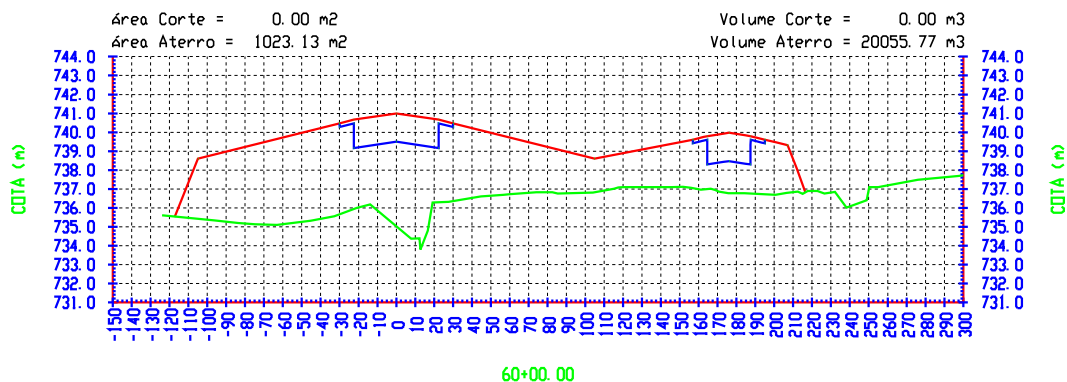
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

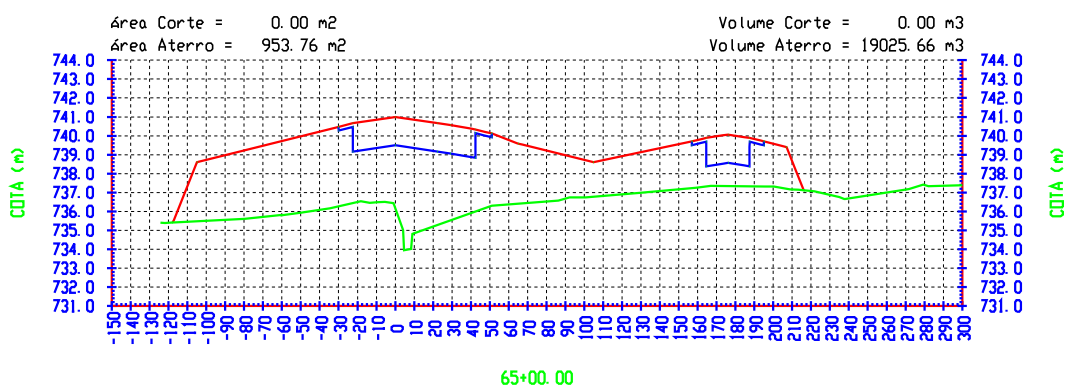
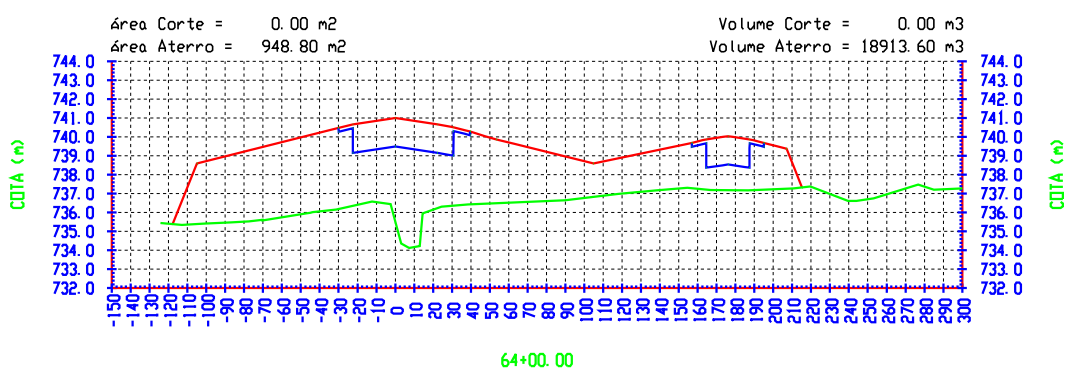
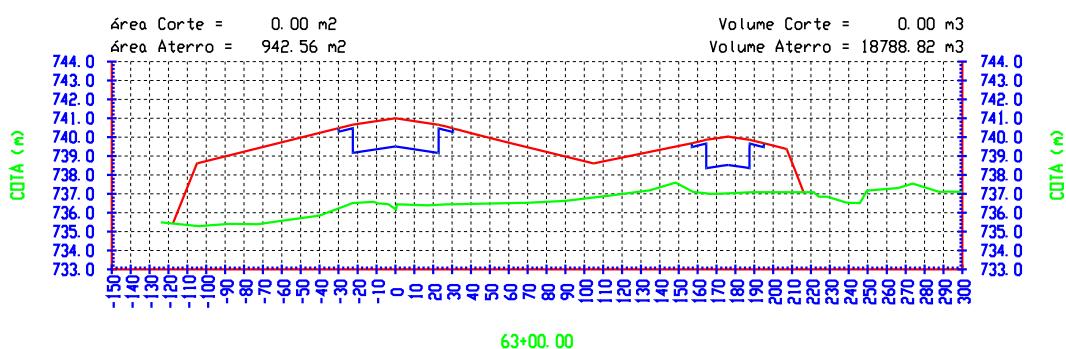
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

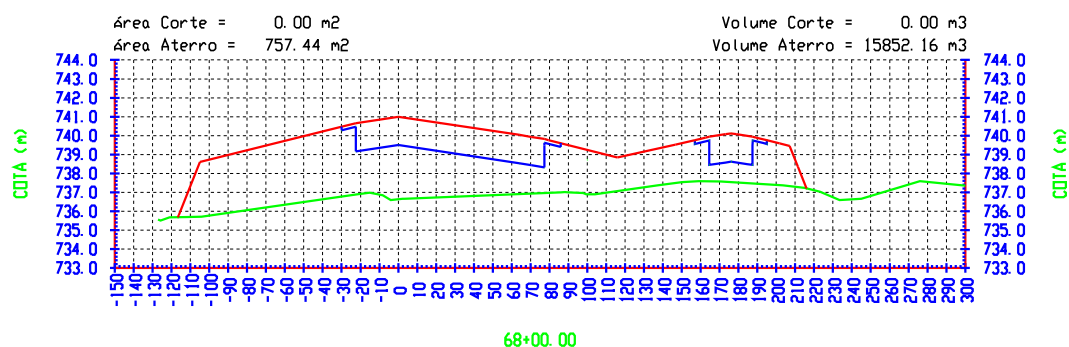
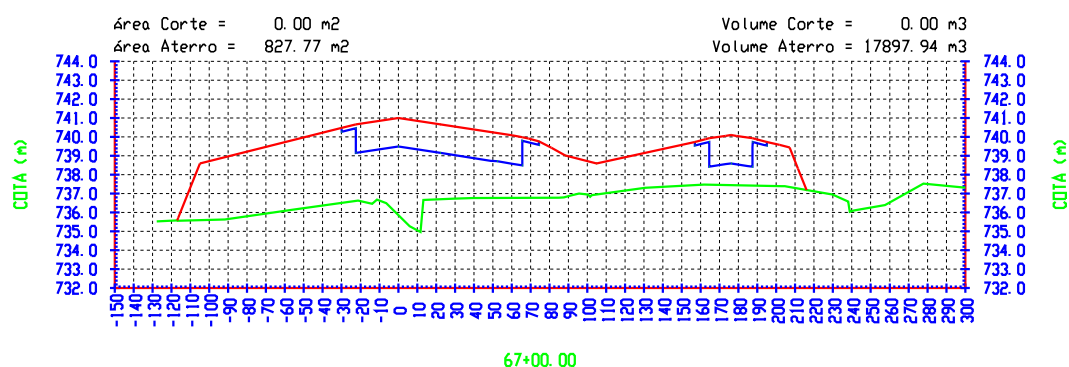
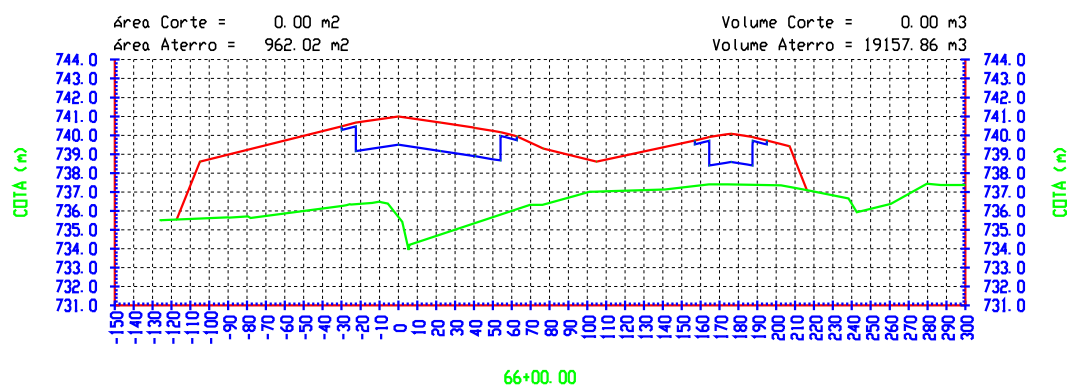
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

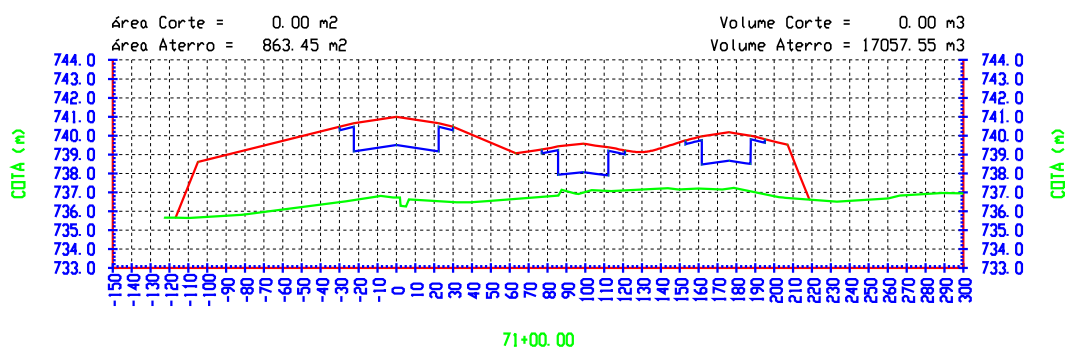
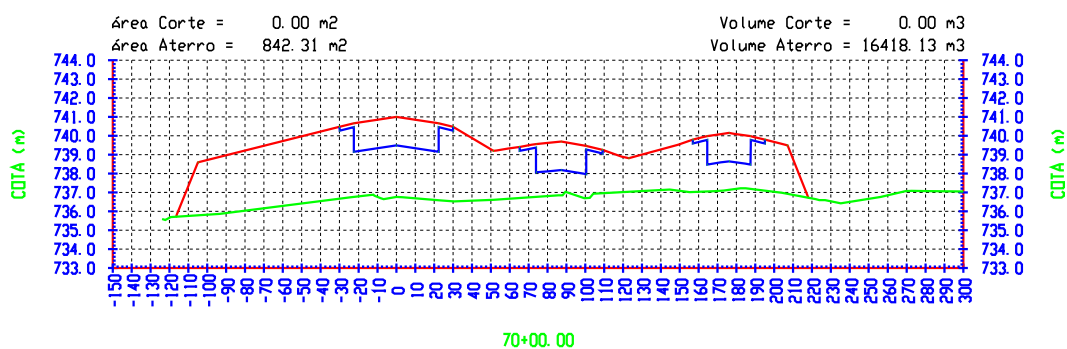
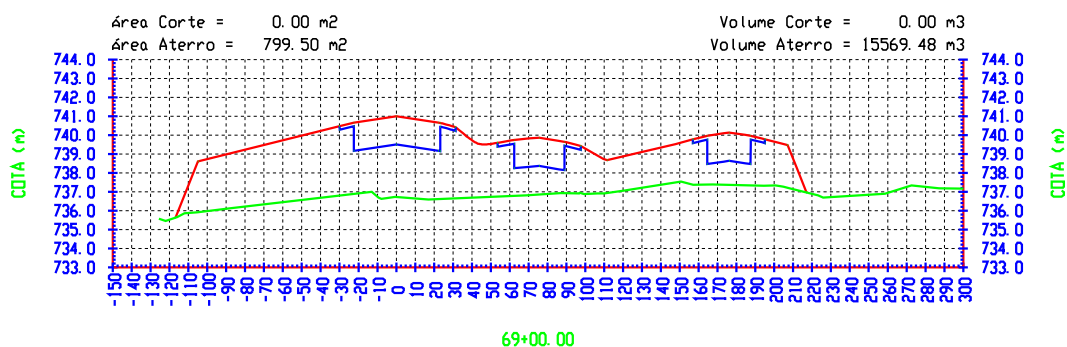
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

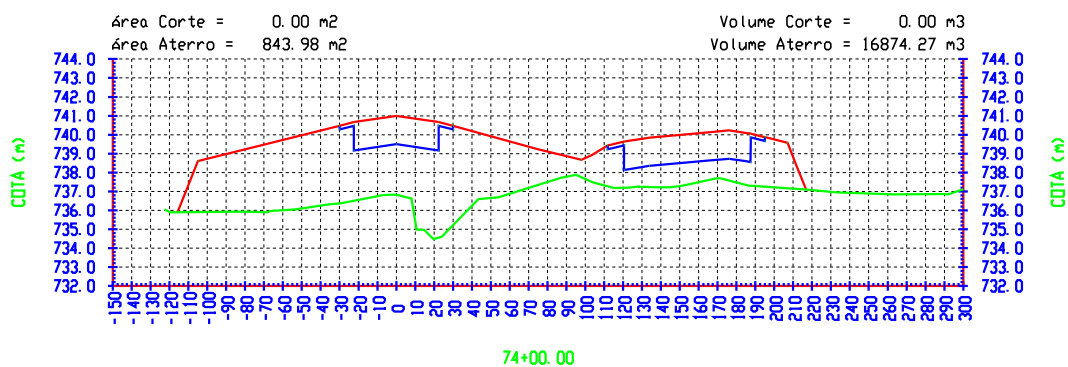
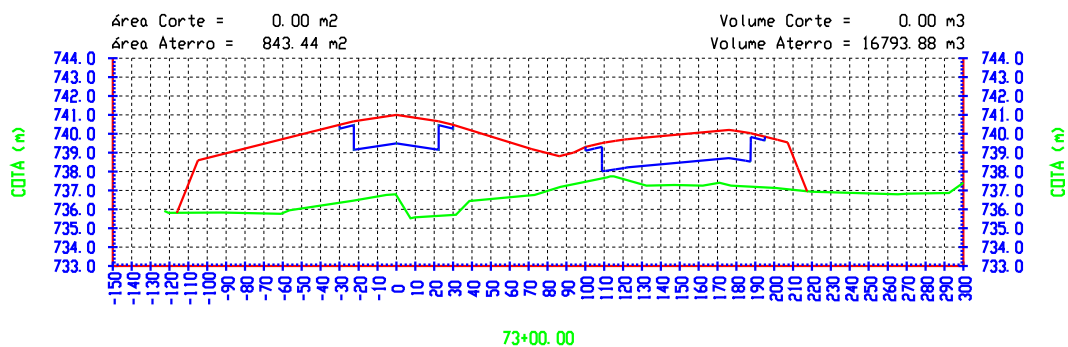
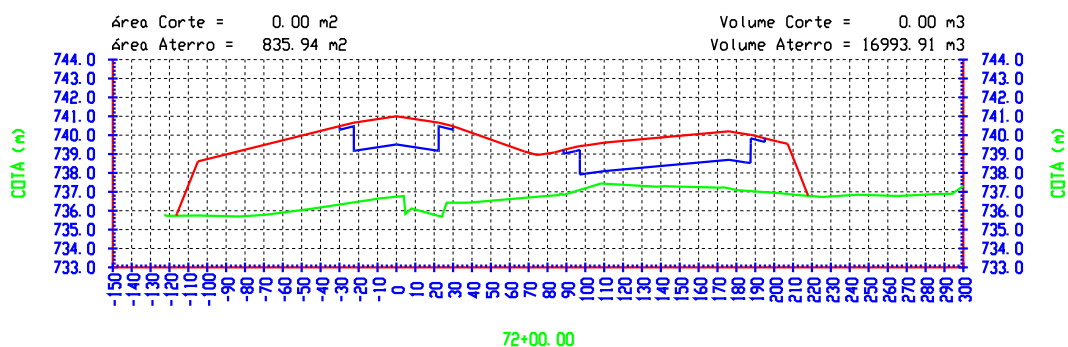
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

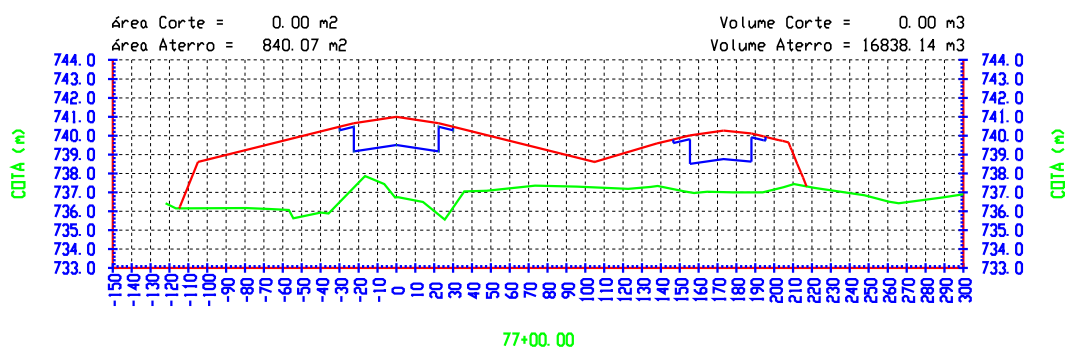
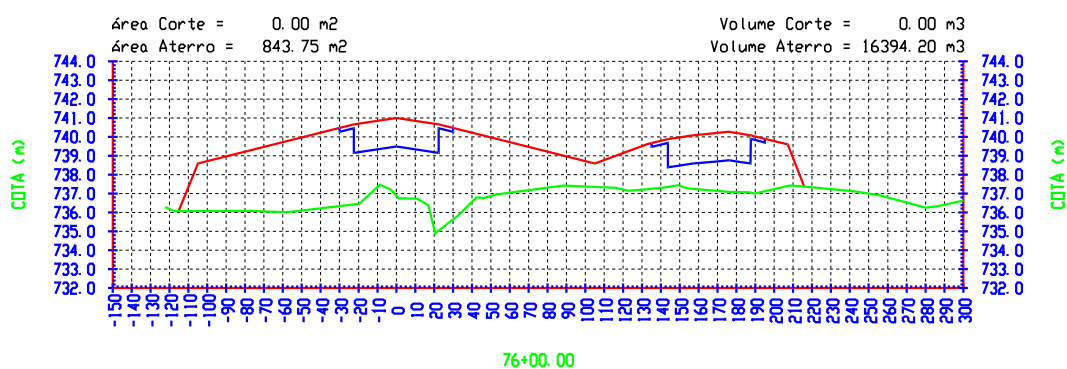
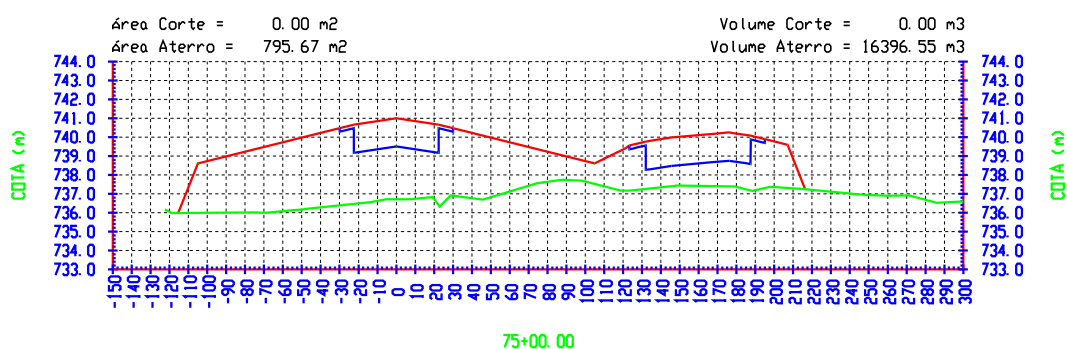
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

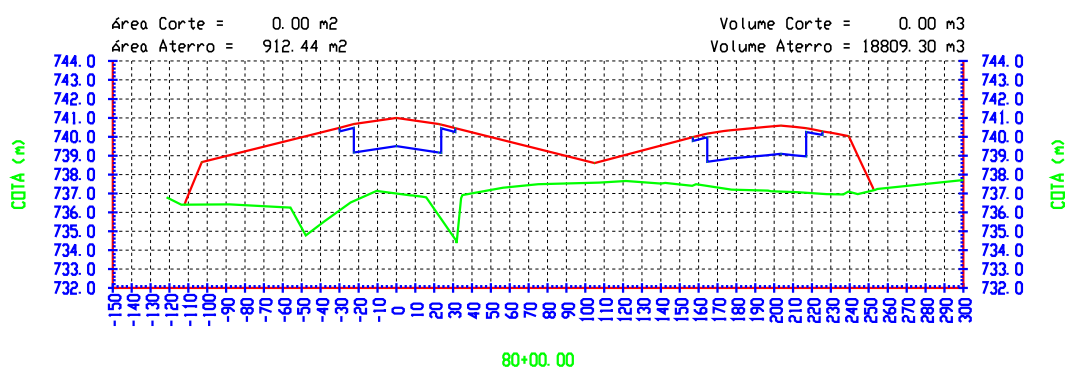
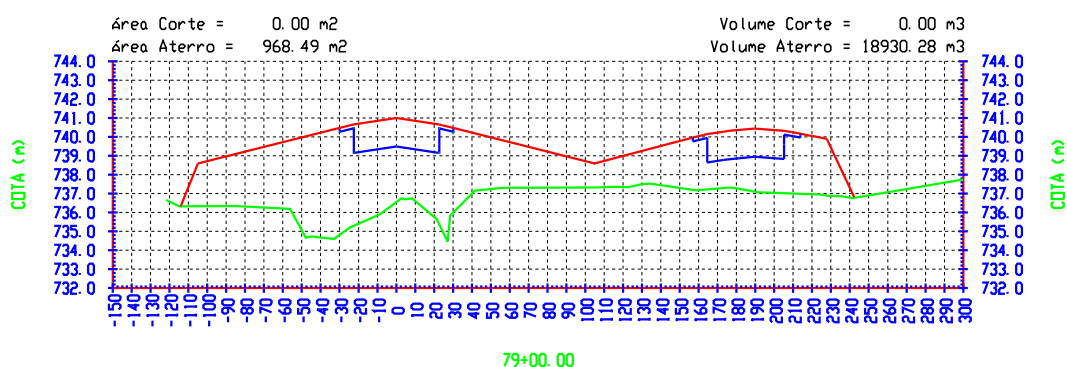
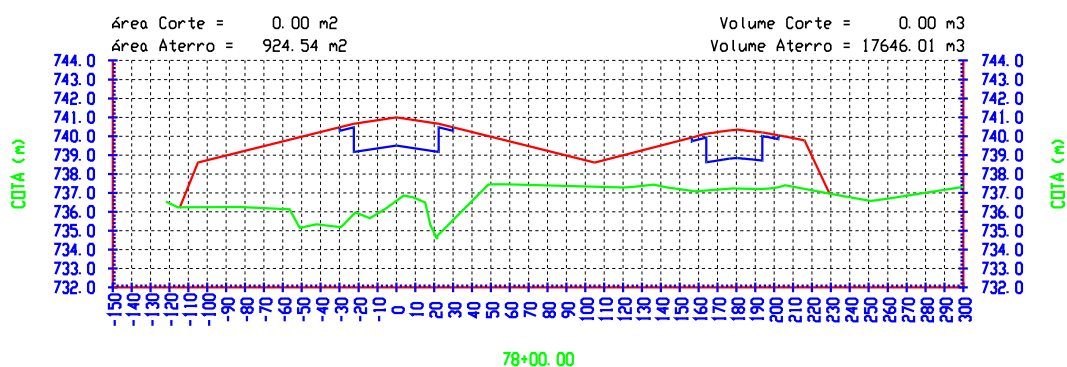
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

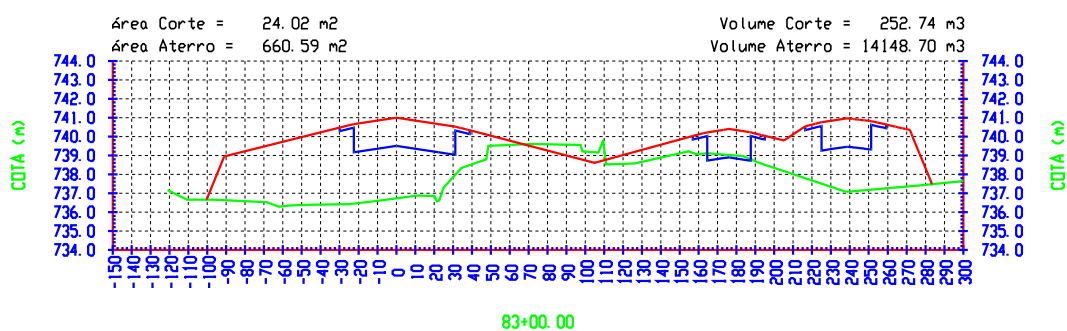
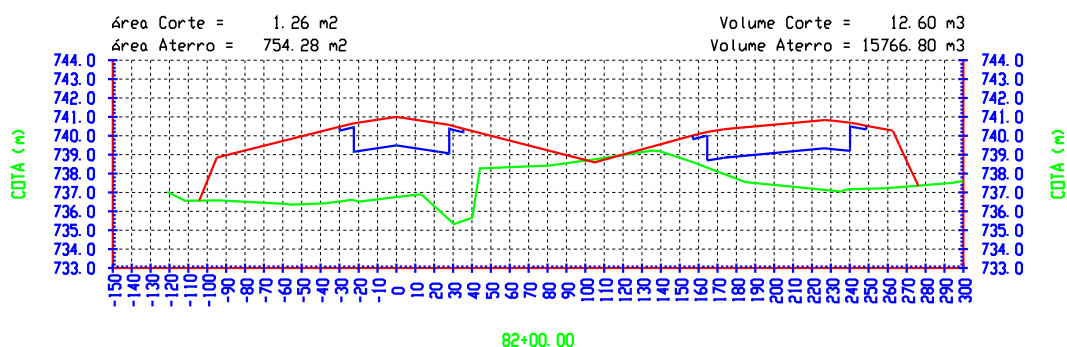
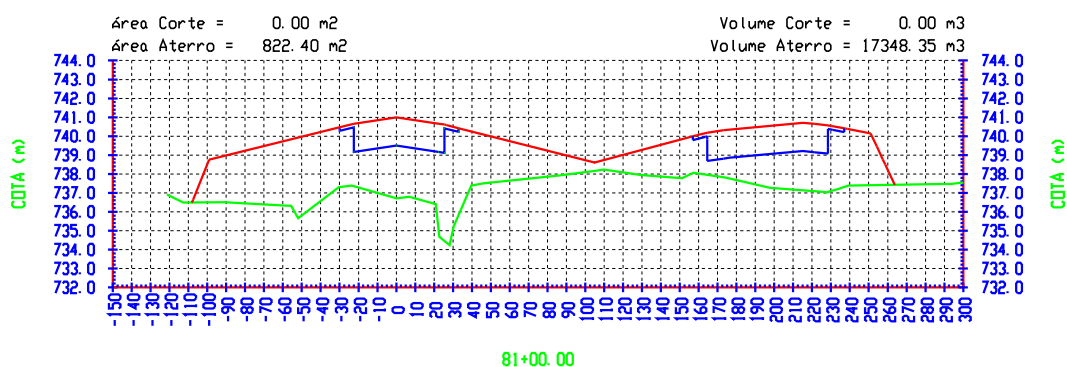
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

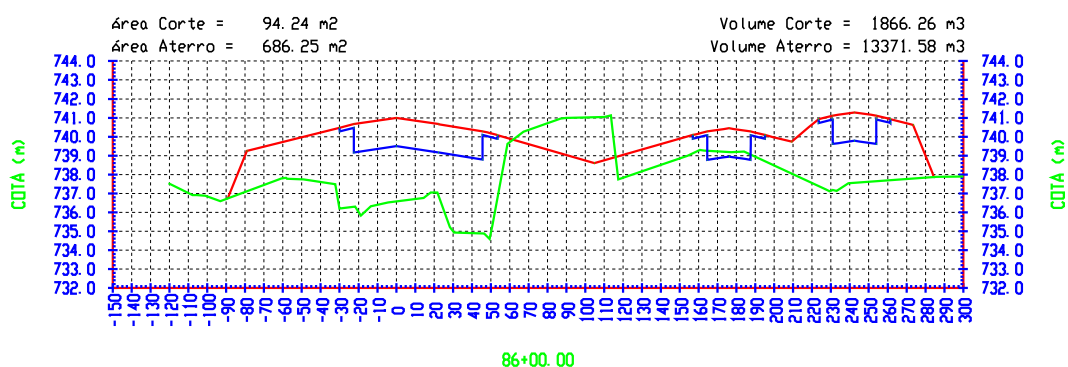
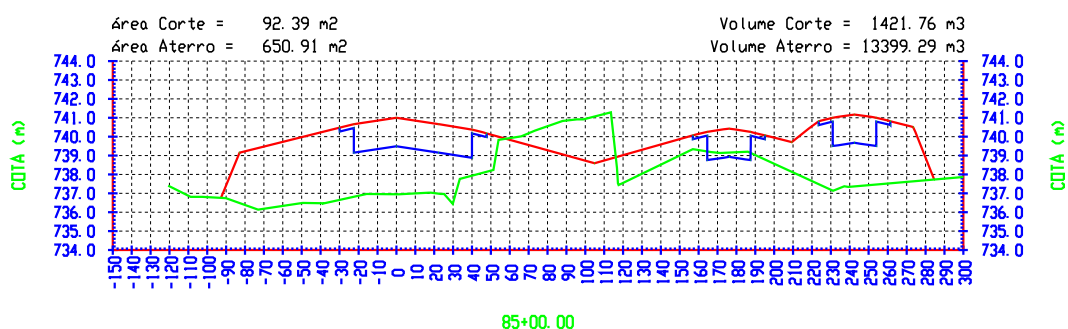
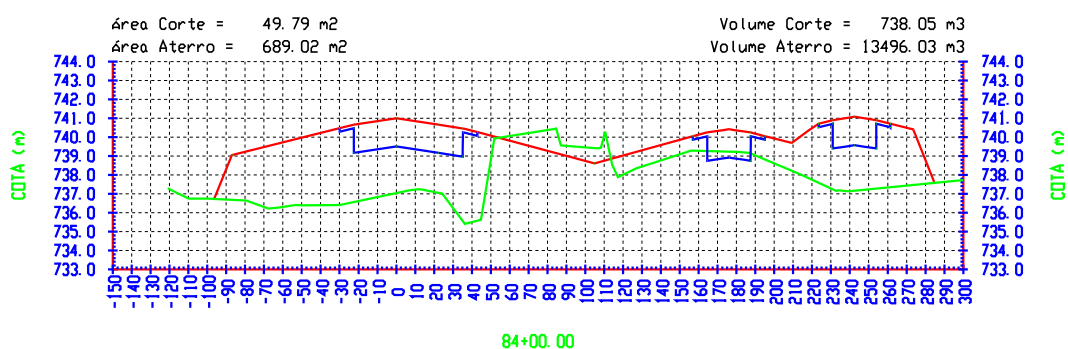
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

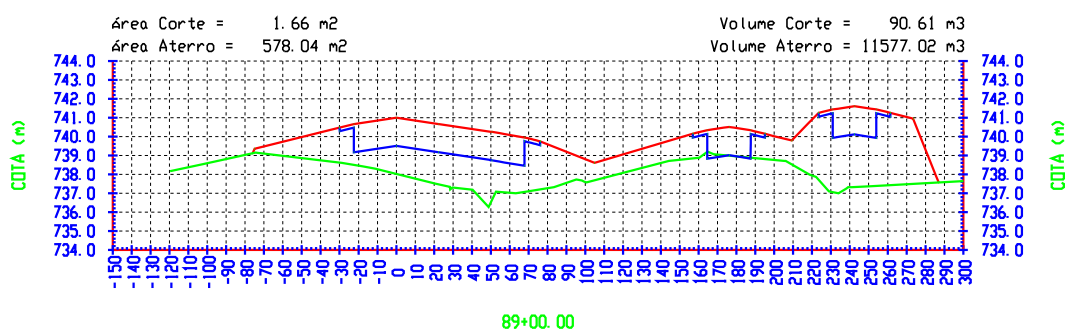
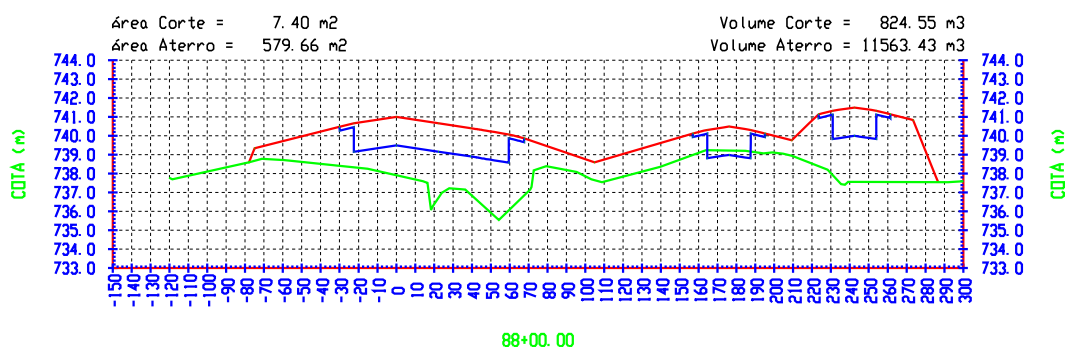
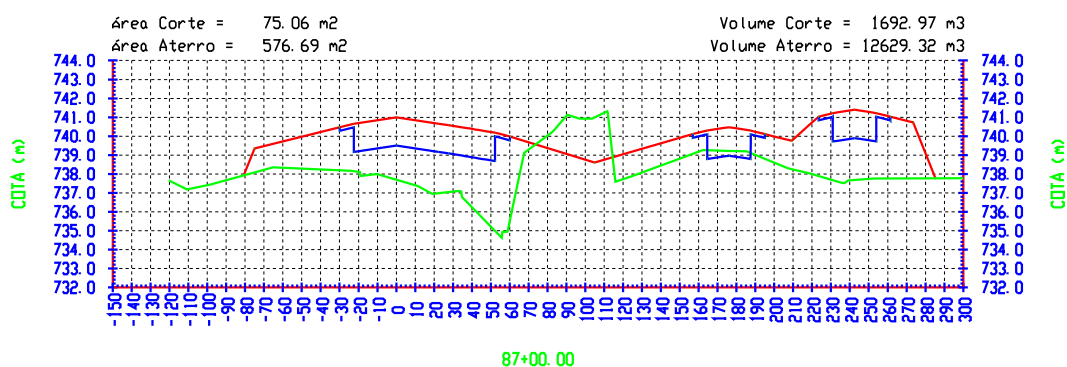
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

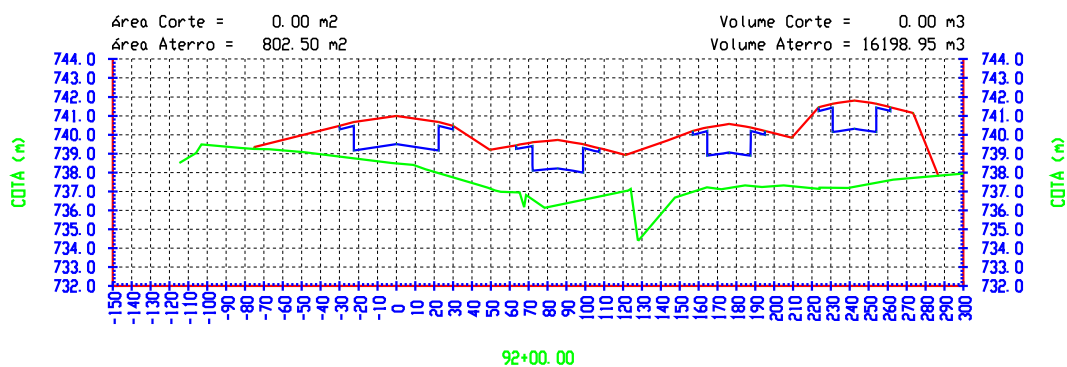
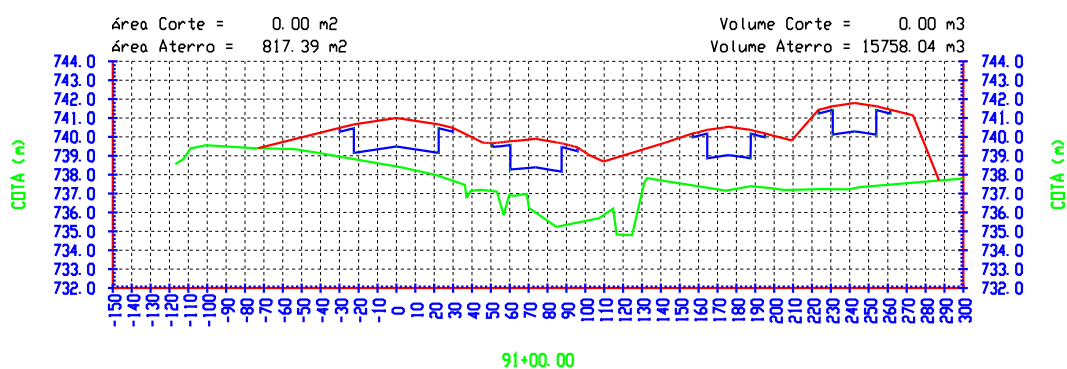
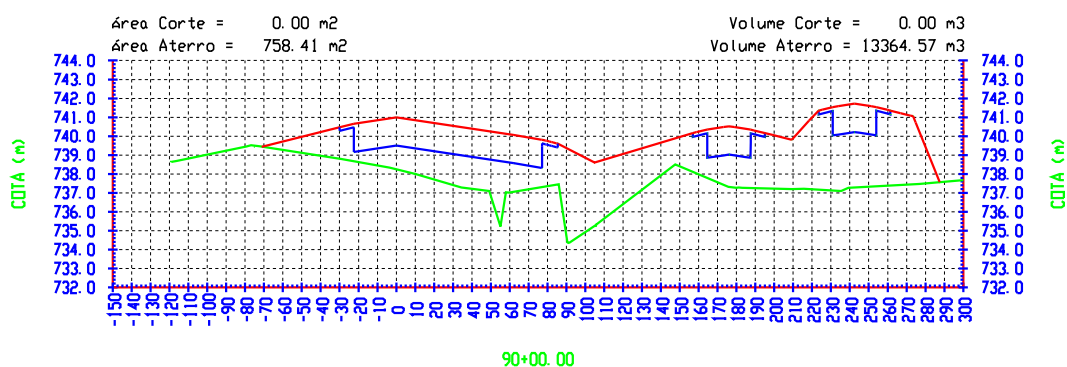
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

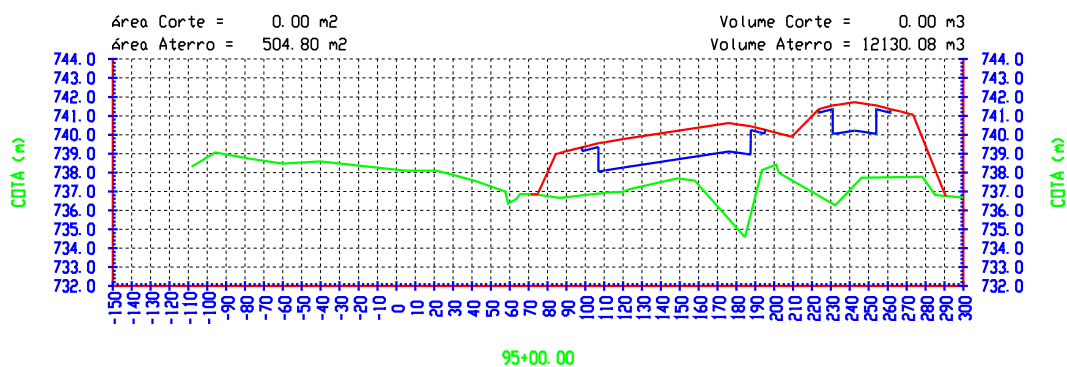
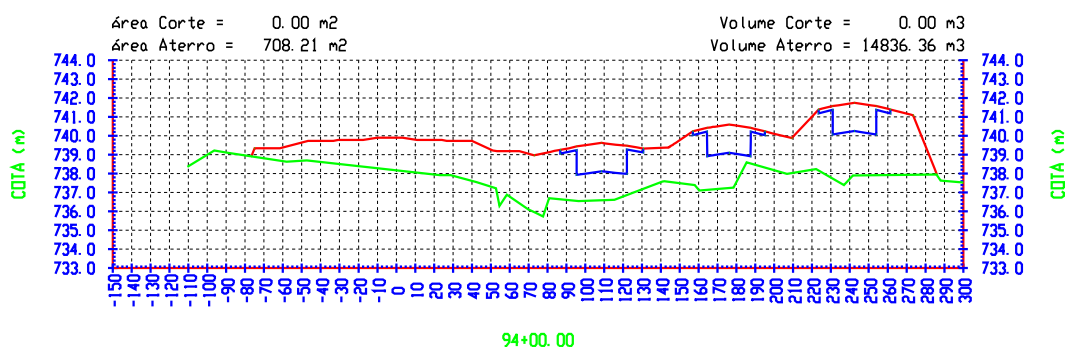
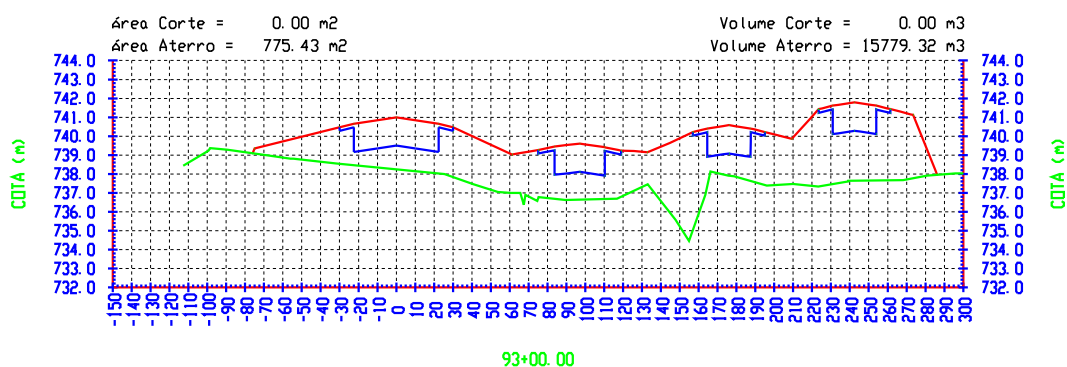
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

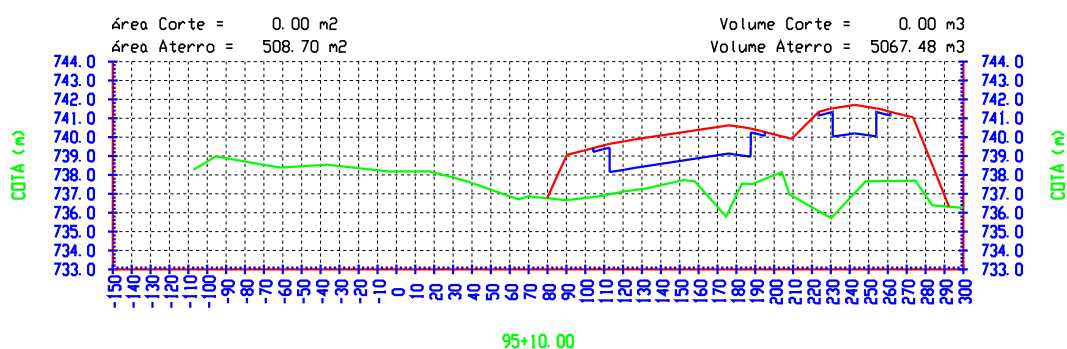
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

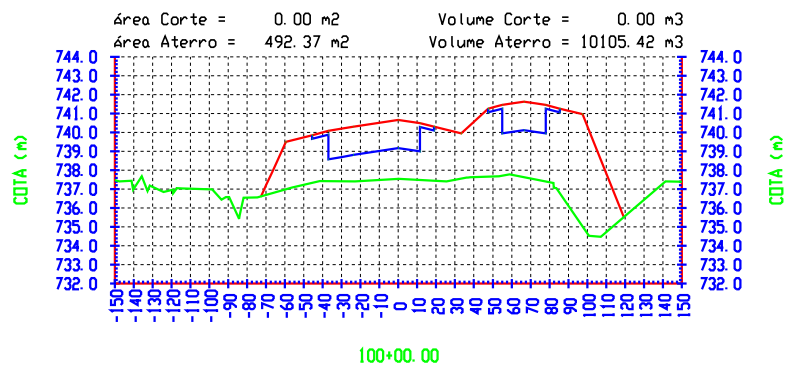
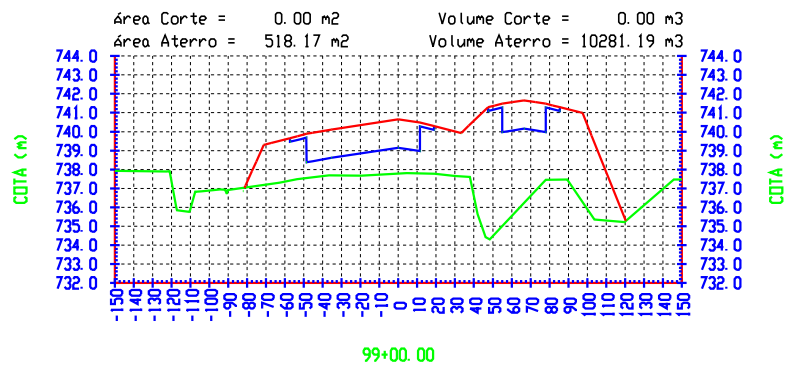
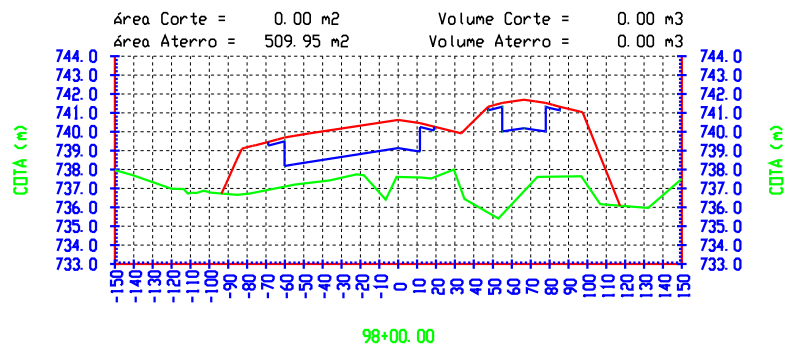
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL I)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

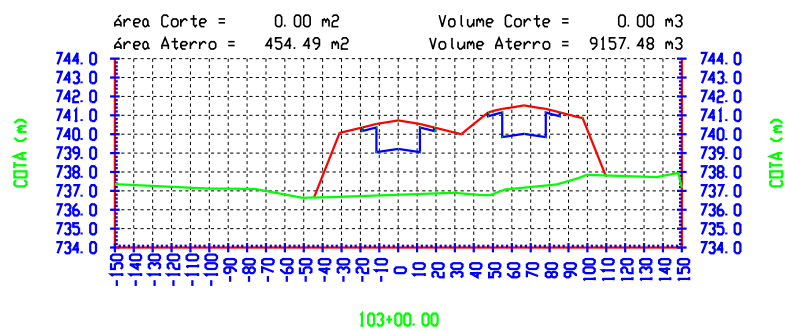
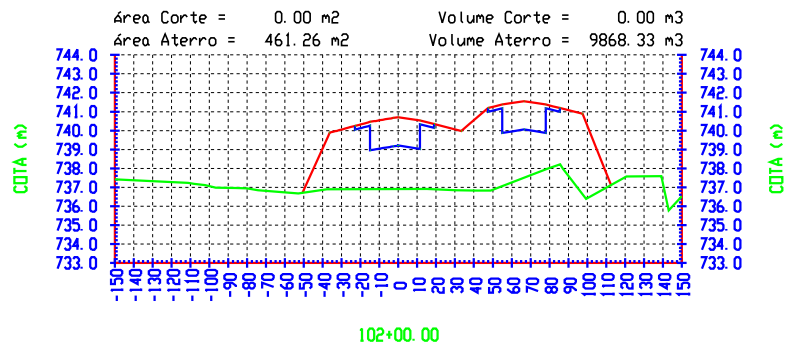
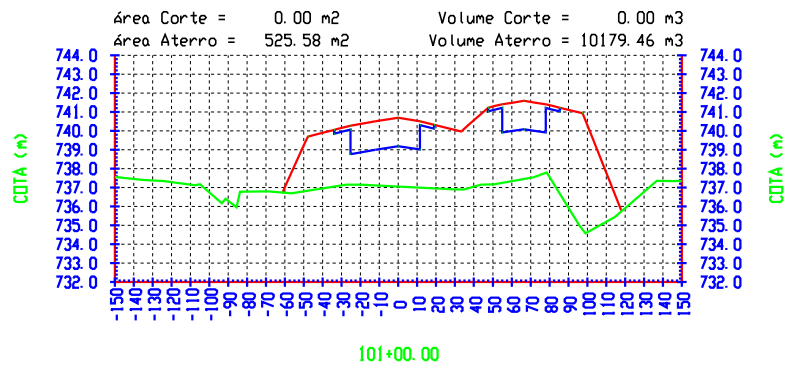
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 2)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

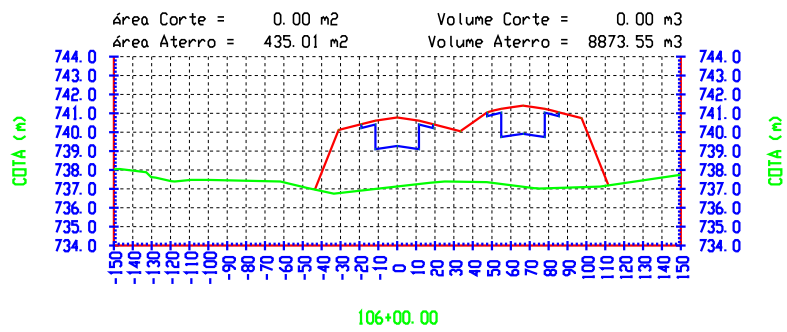
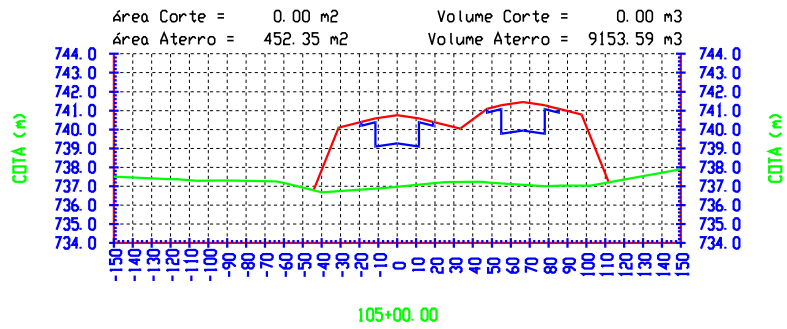
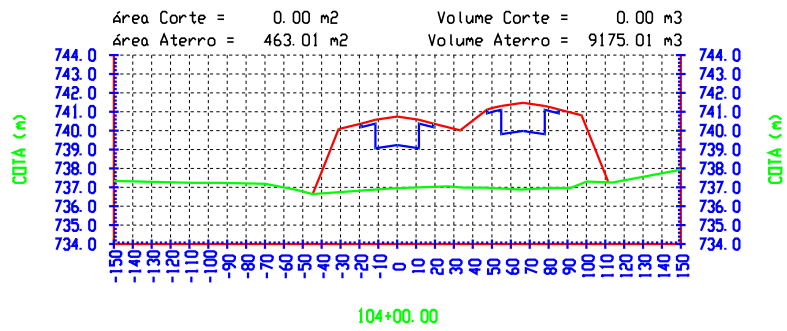
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 2)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

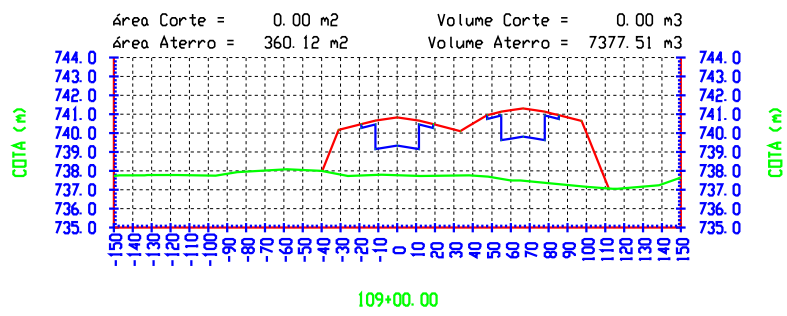
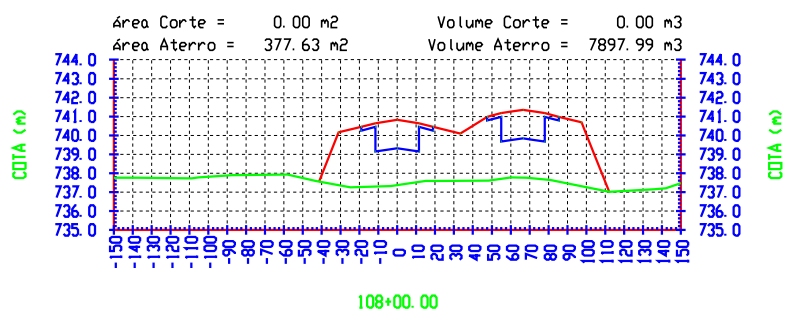
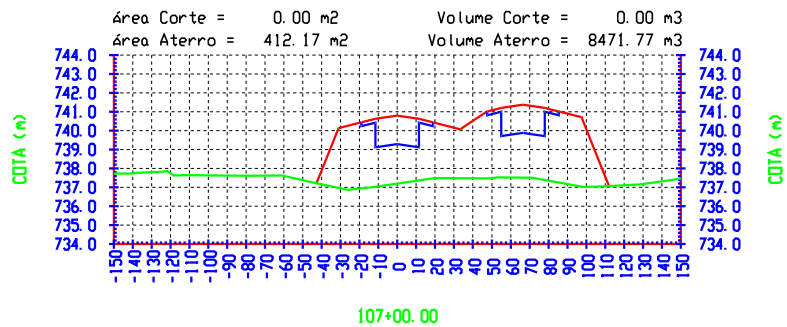
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 2)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

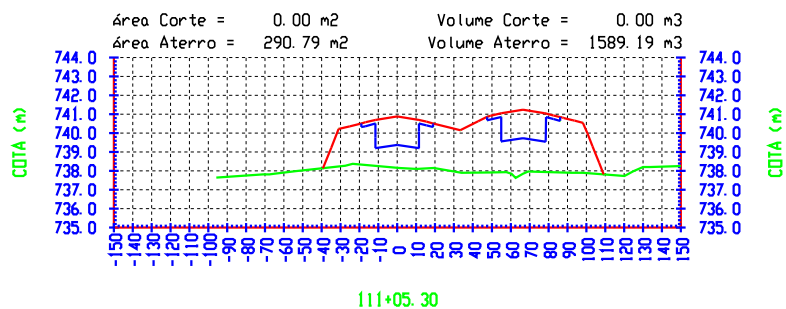
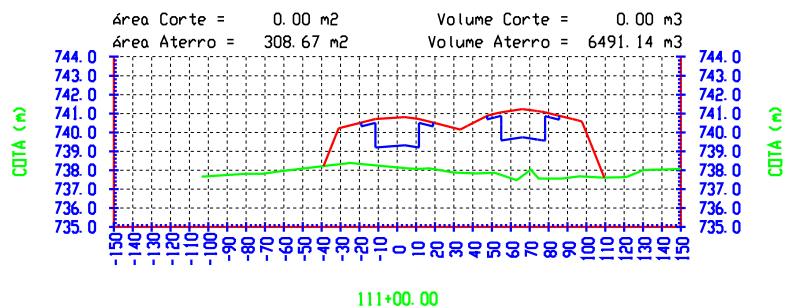
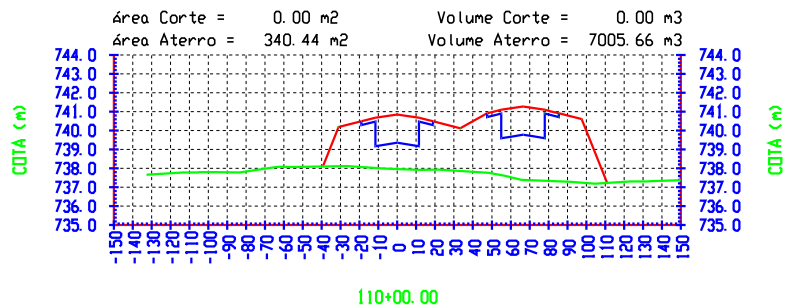
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 2)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

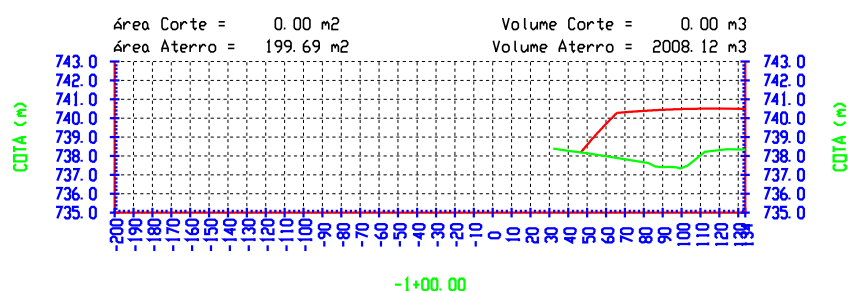
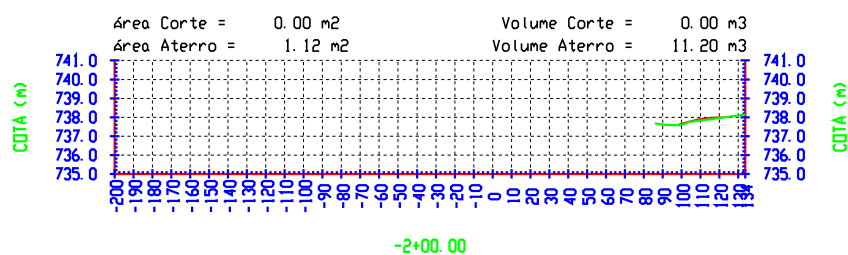
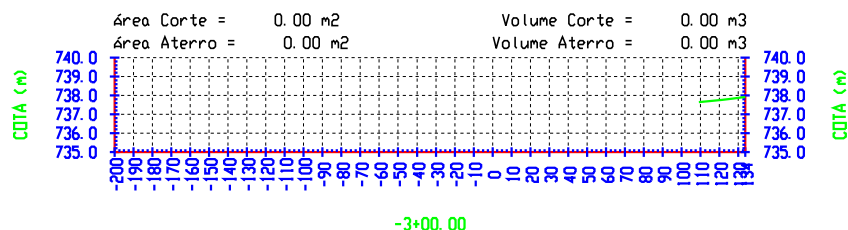
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 2)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

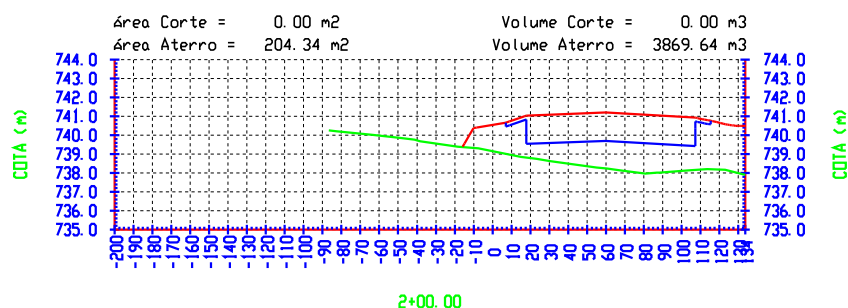
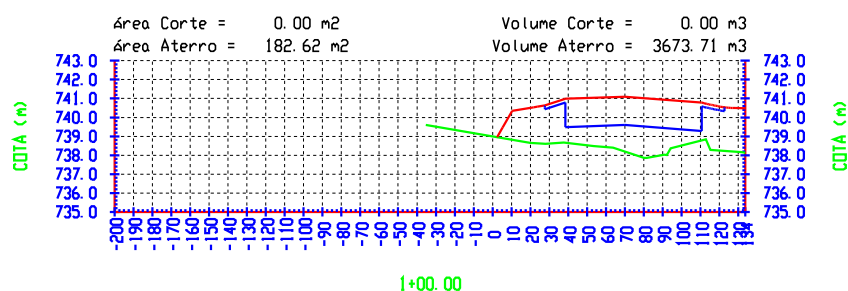
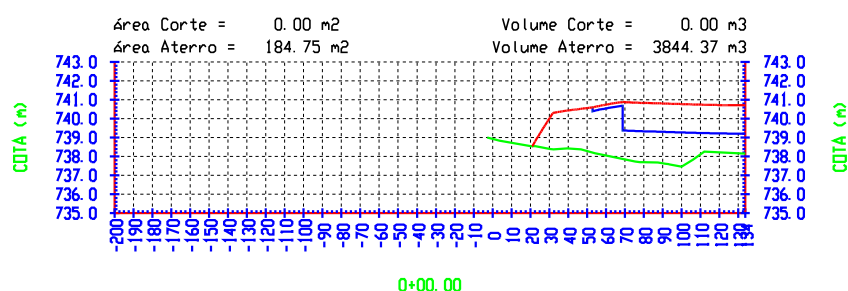
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

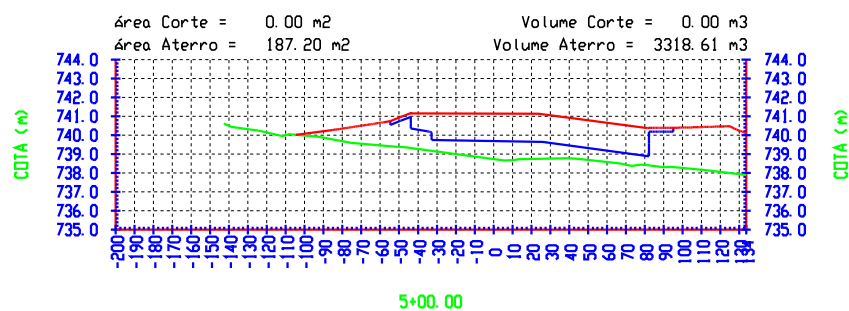
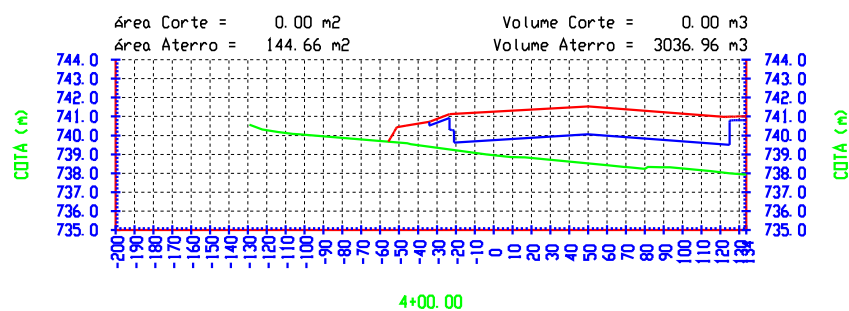
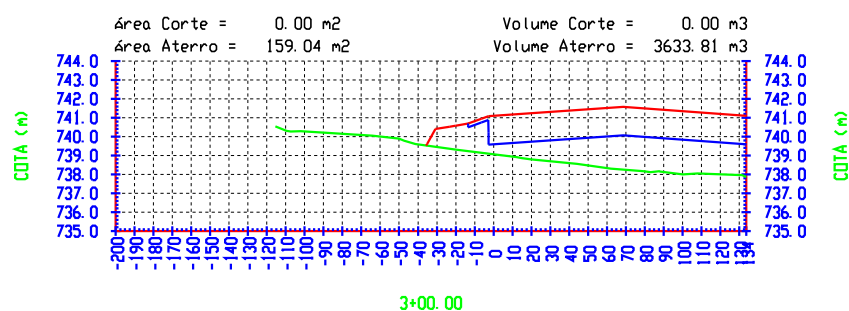
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

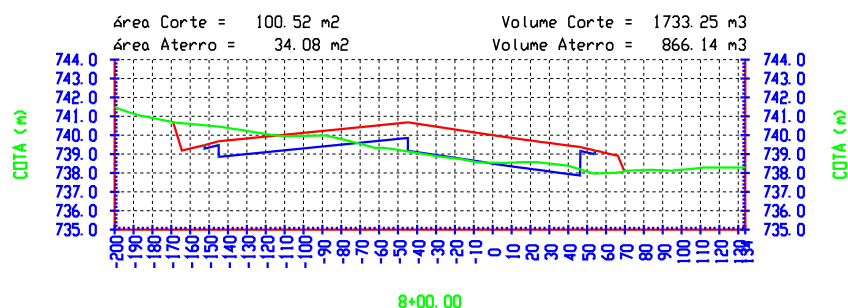
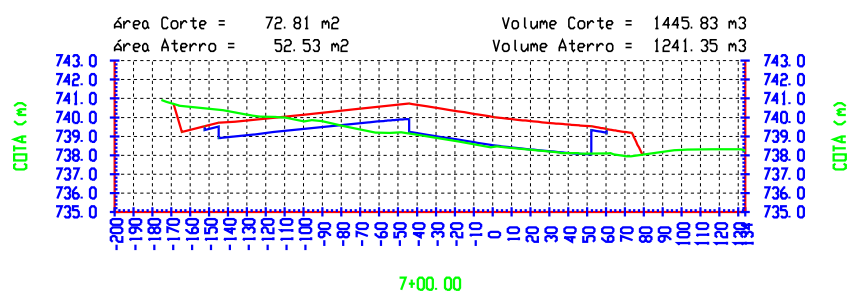
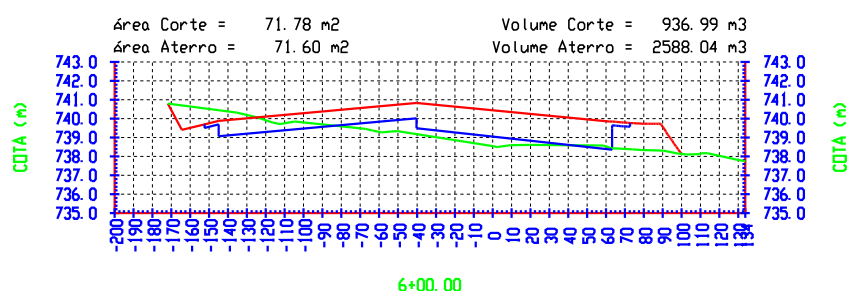
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

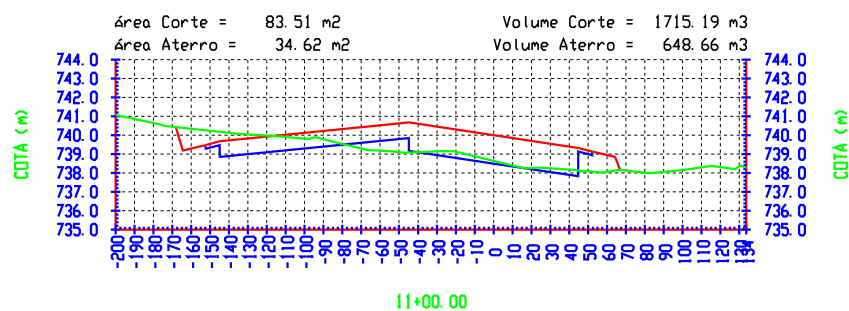
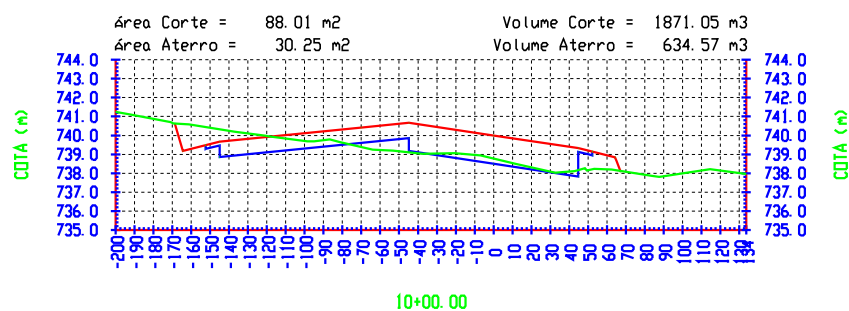
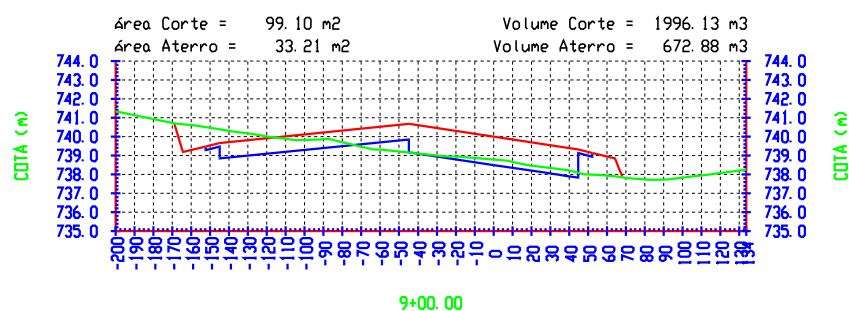
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

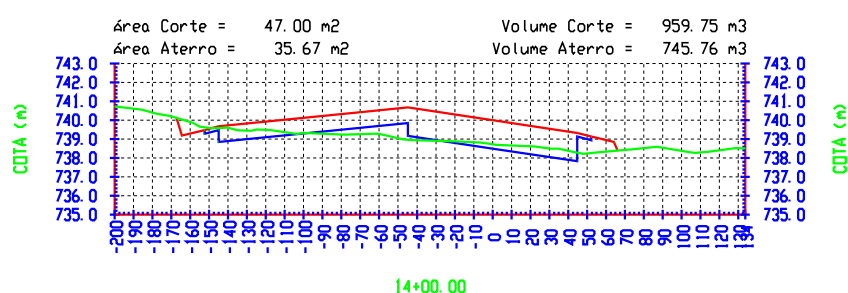
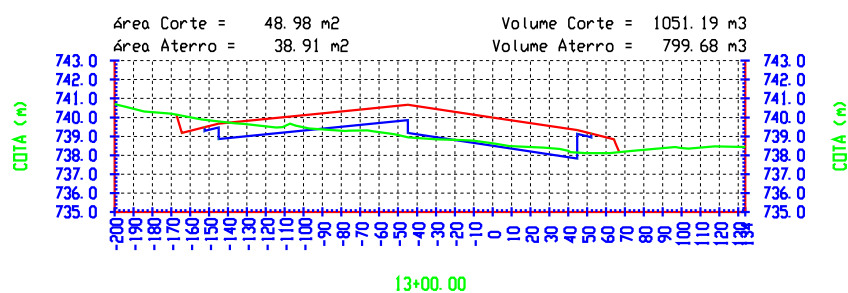
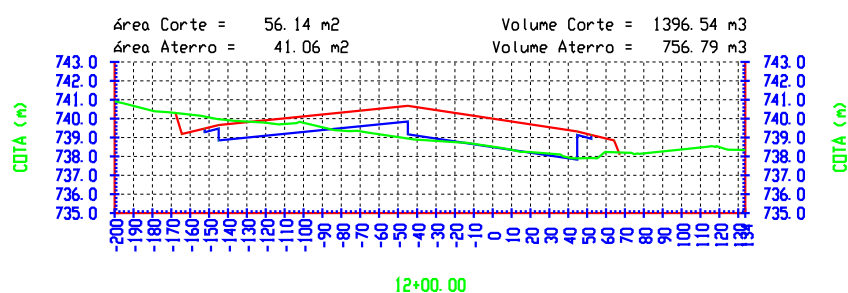
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

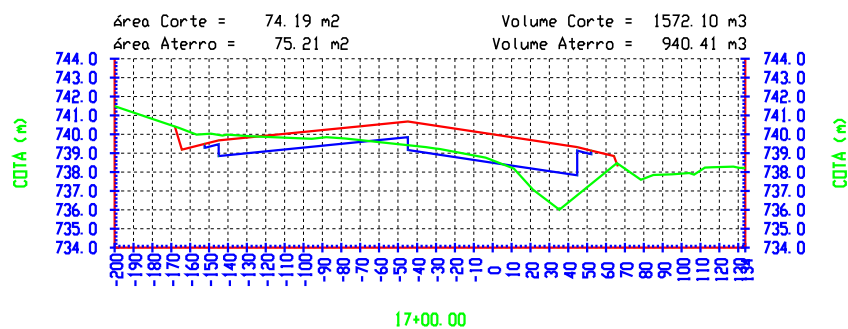
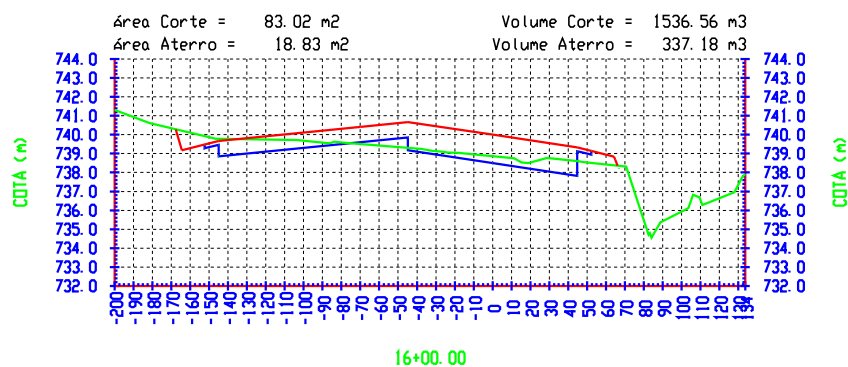
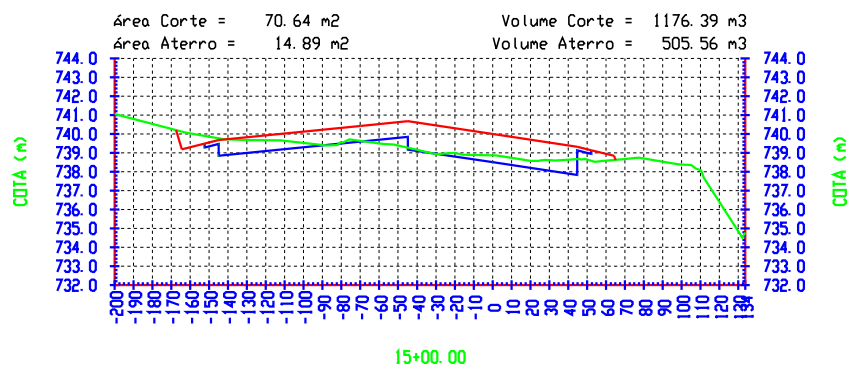
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

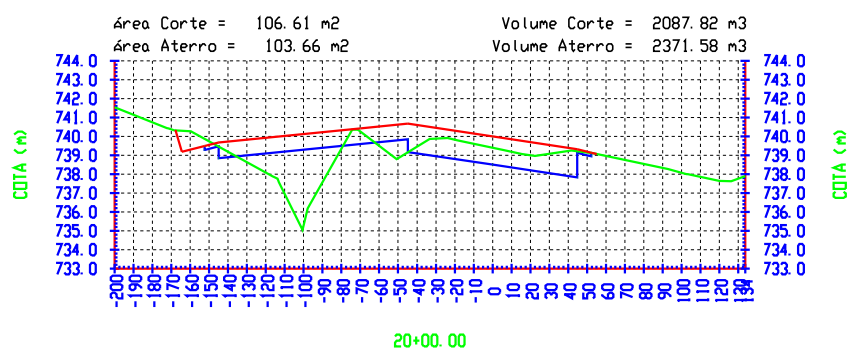
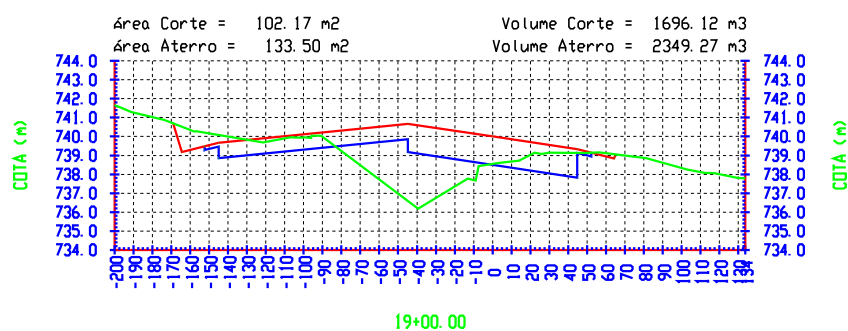
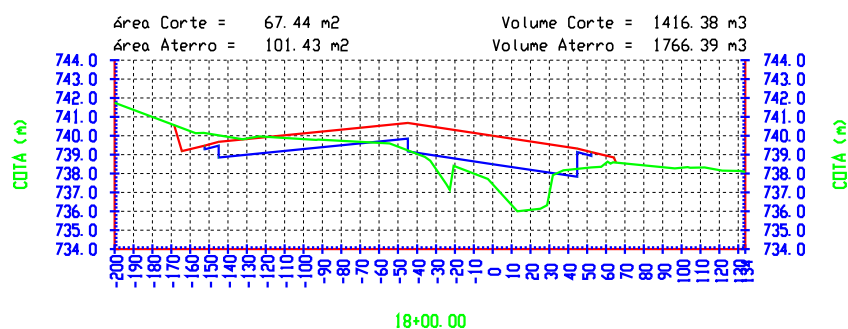
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

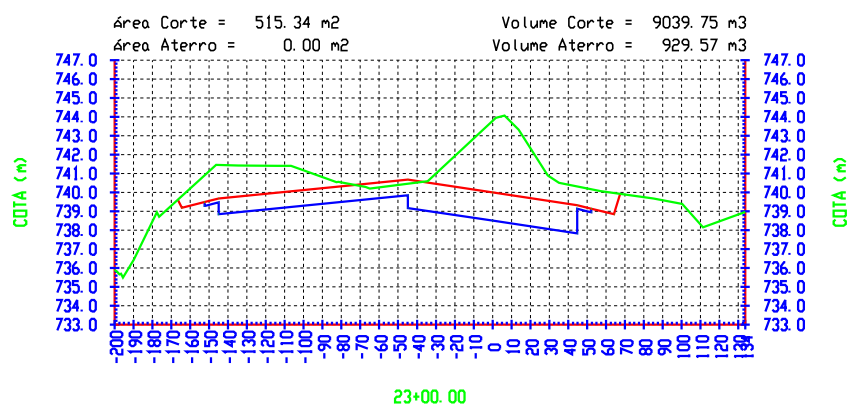
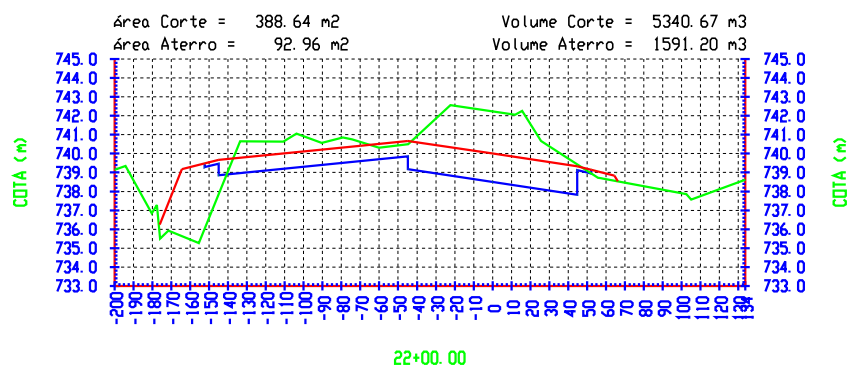
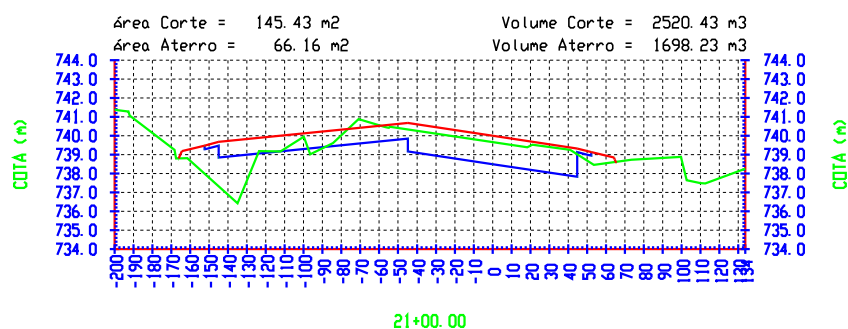
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

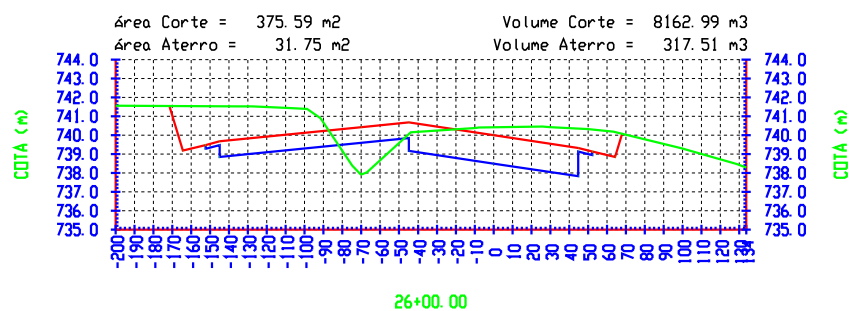
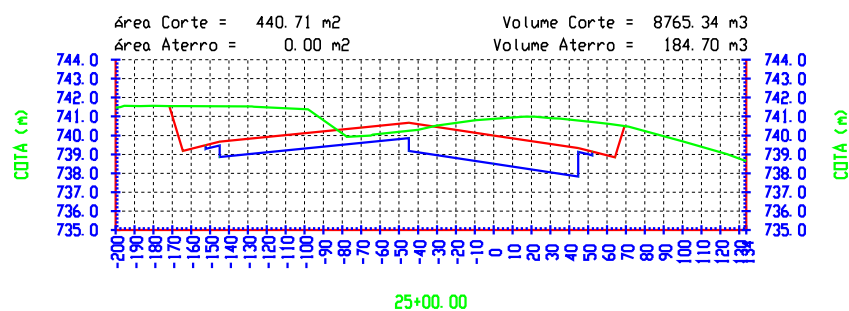
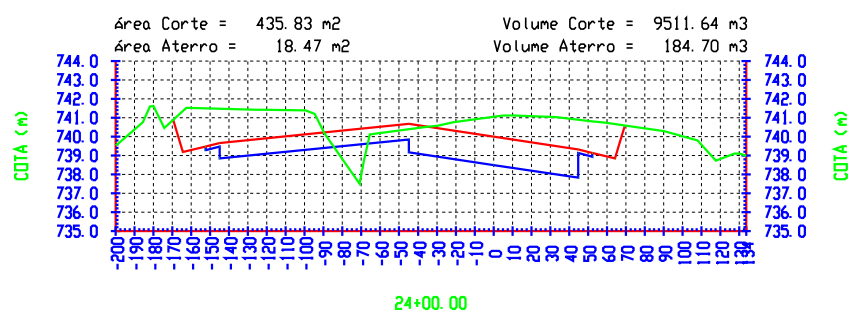
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

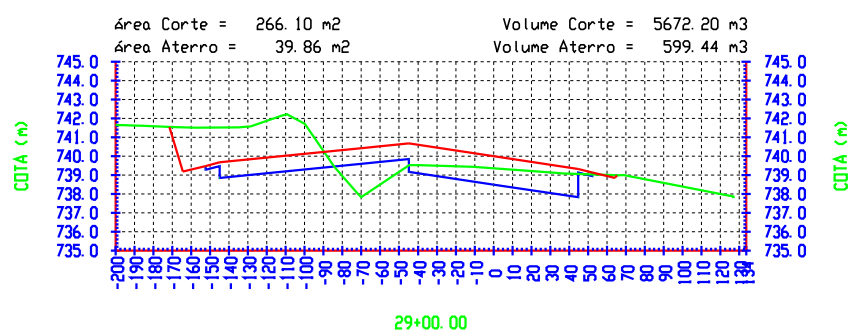
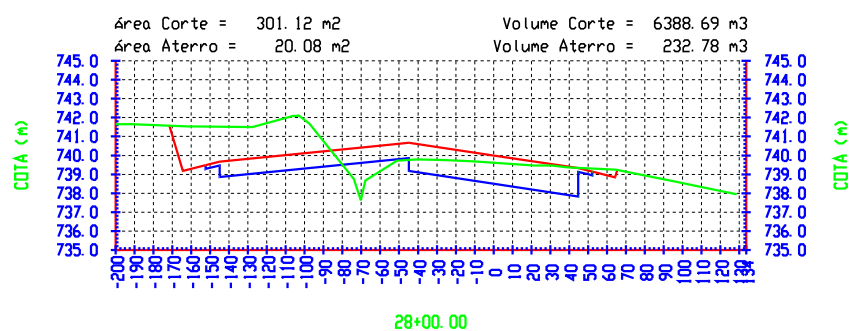
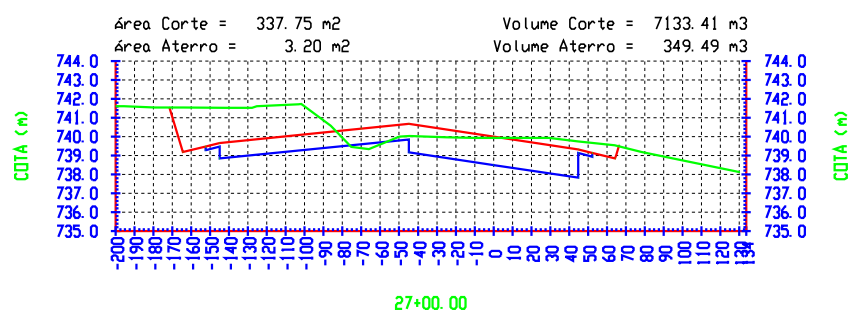
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

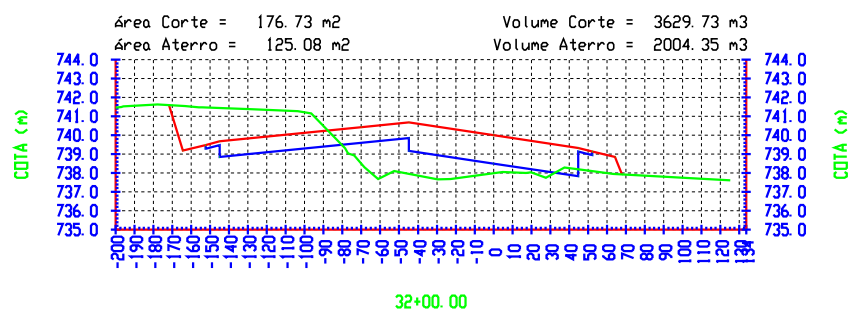
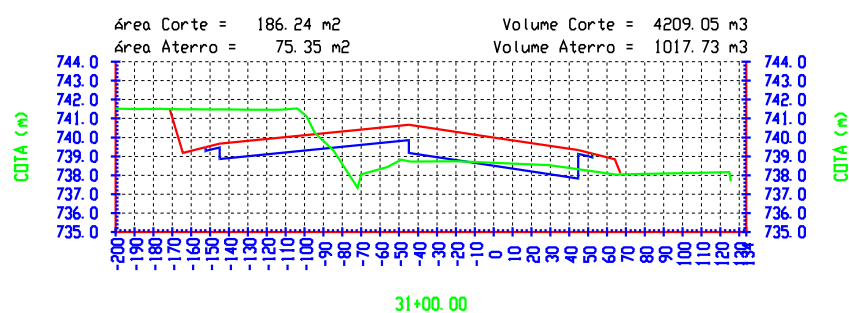
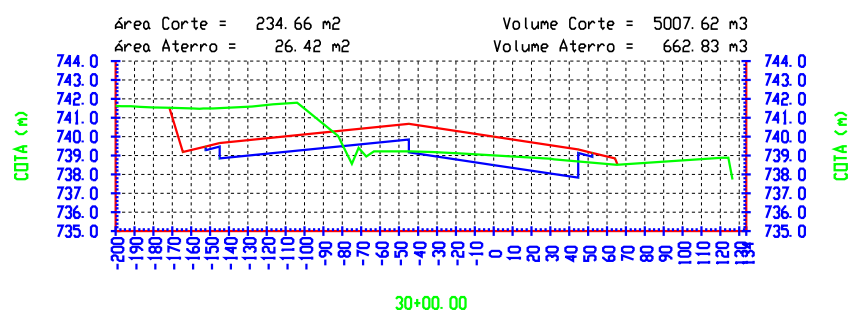
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

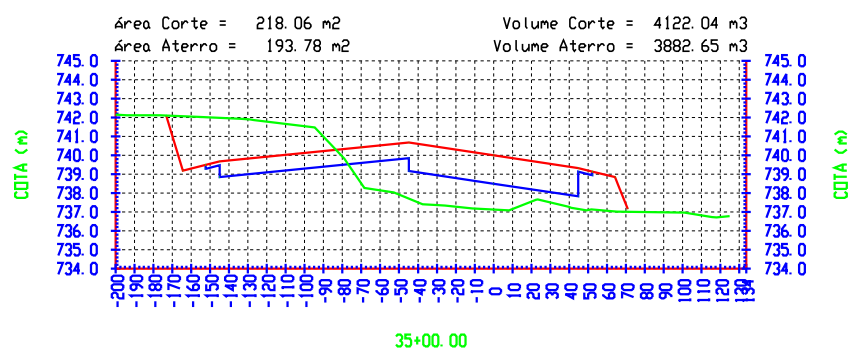
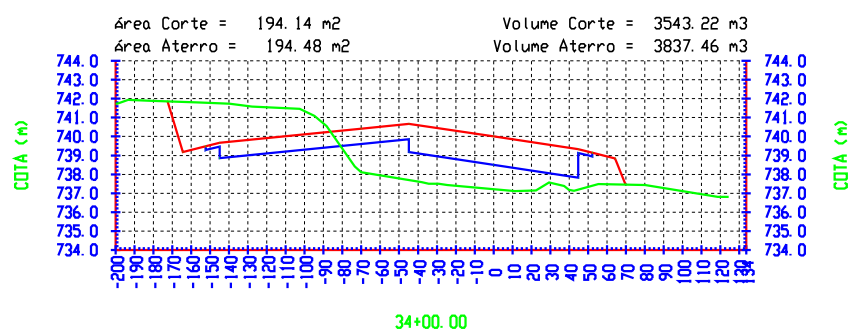
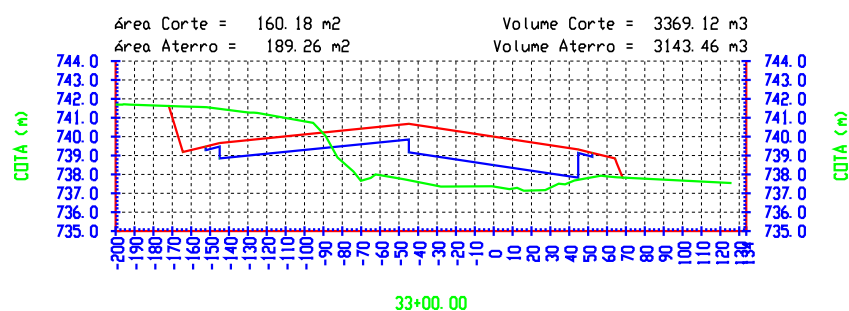
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

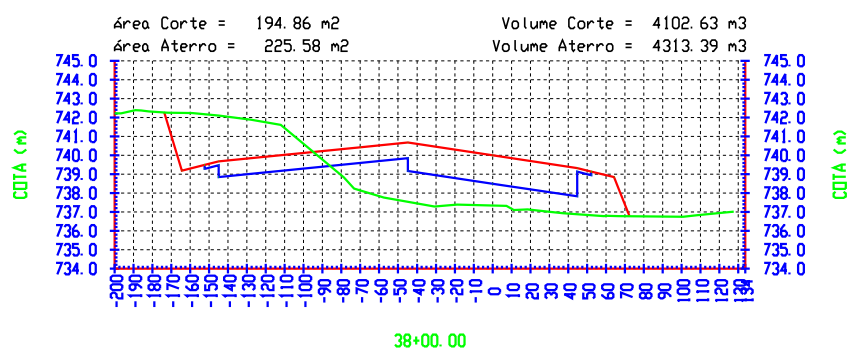
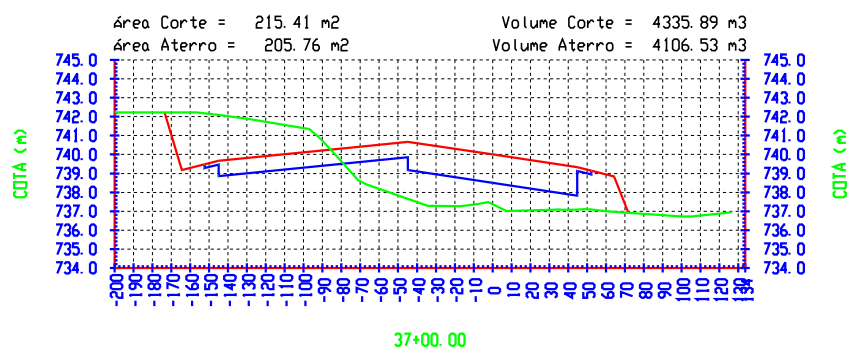
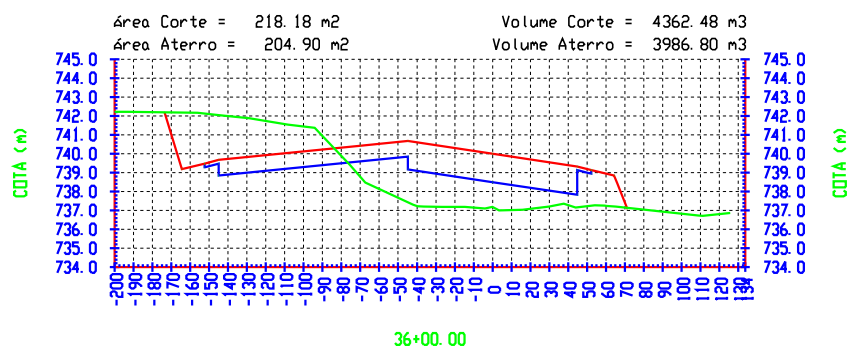
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
— PROJETO
— PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

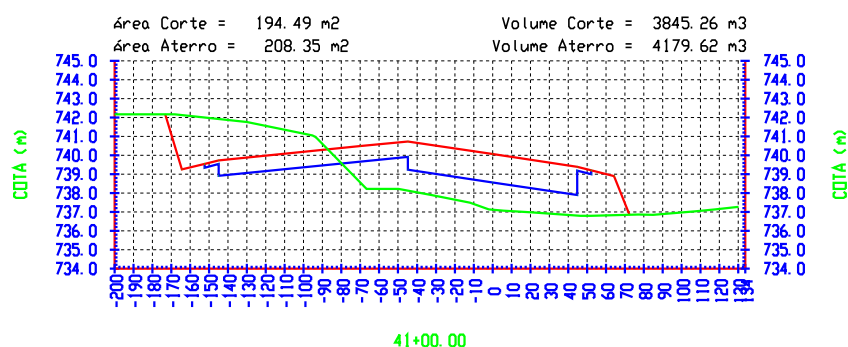
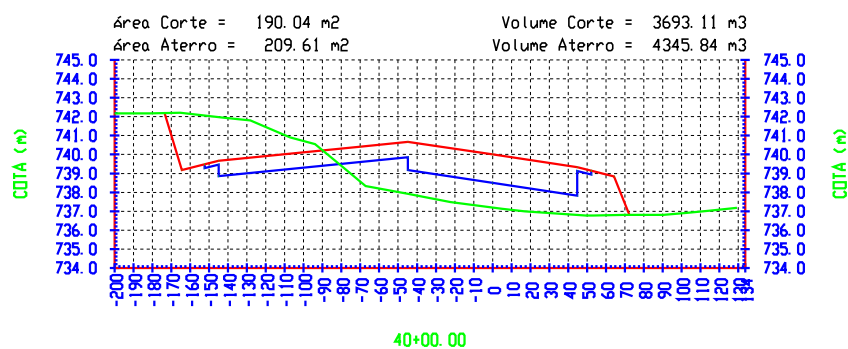
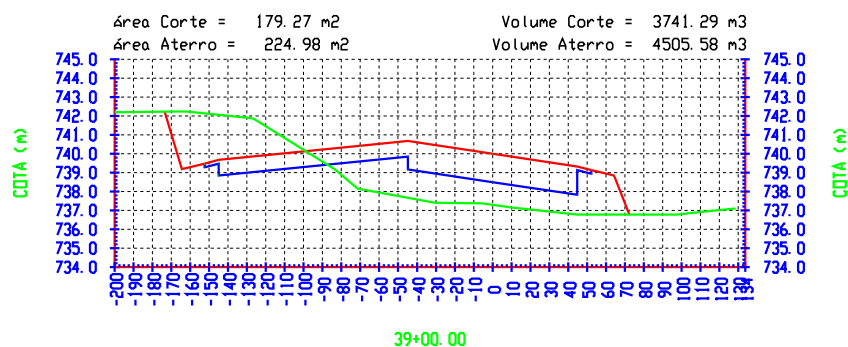
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

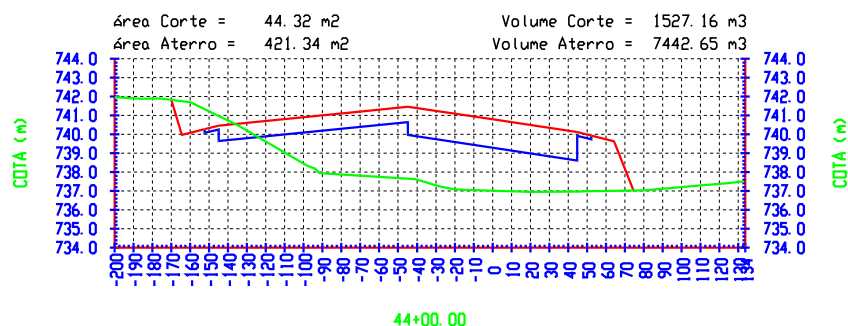
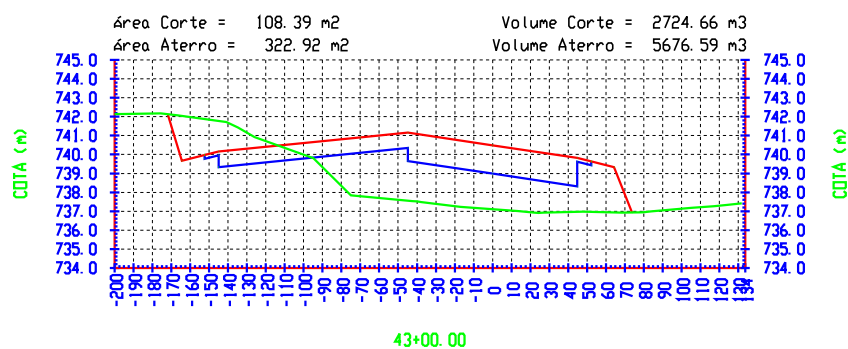
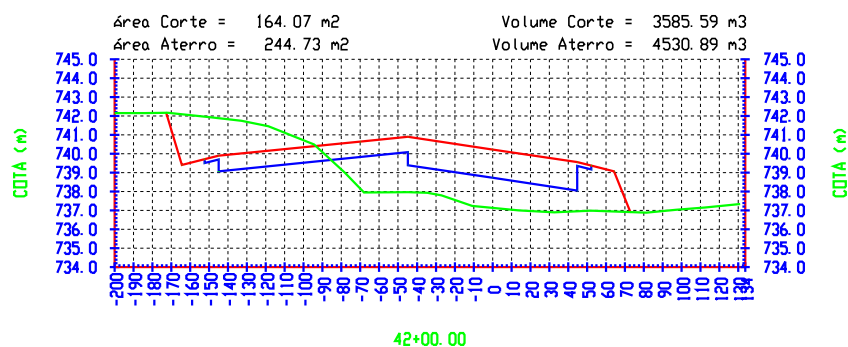
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

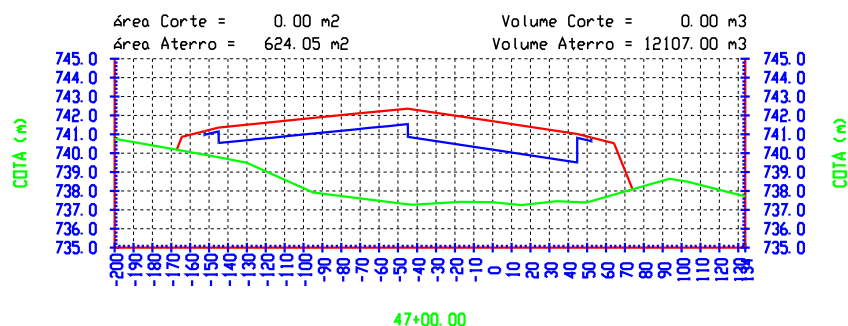
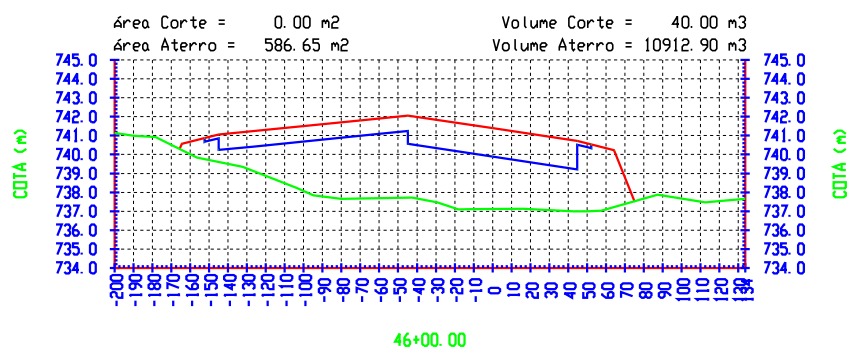
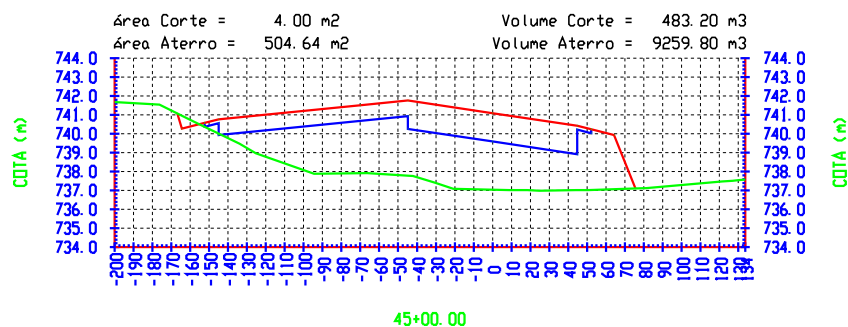
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
 INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
 PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

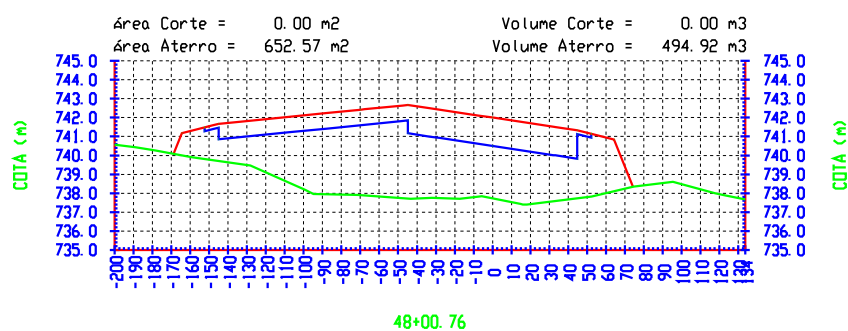
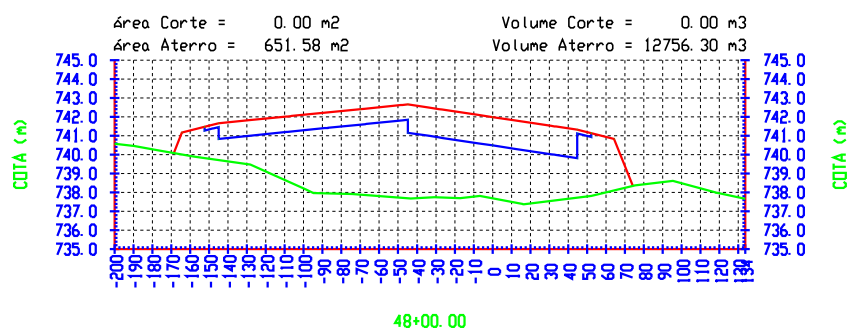
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
 JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
 ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
 (ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO
INTERNACIONAL DE SÃO PAULO – UMA PROPOSTA
PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM."

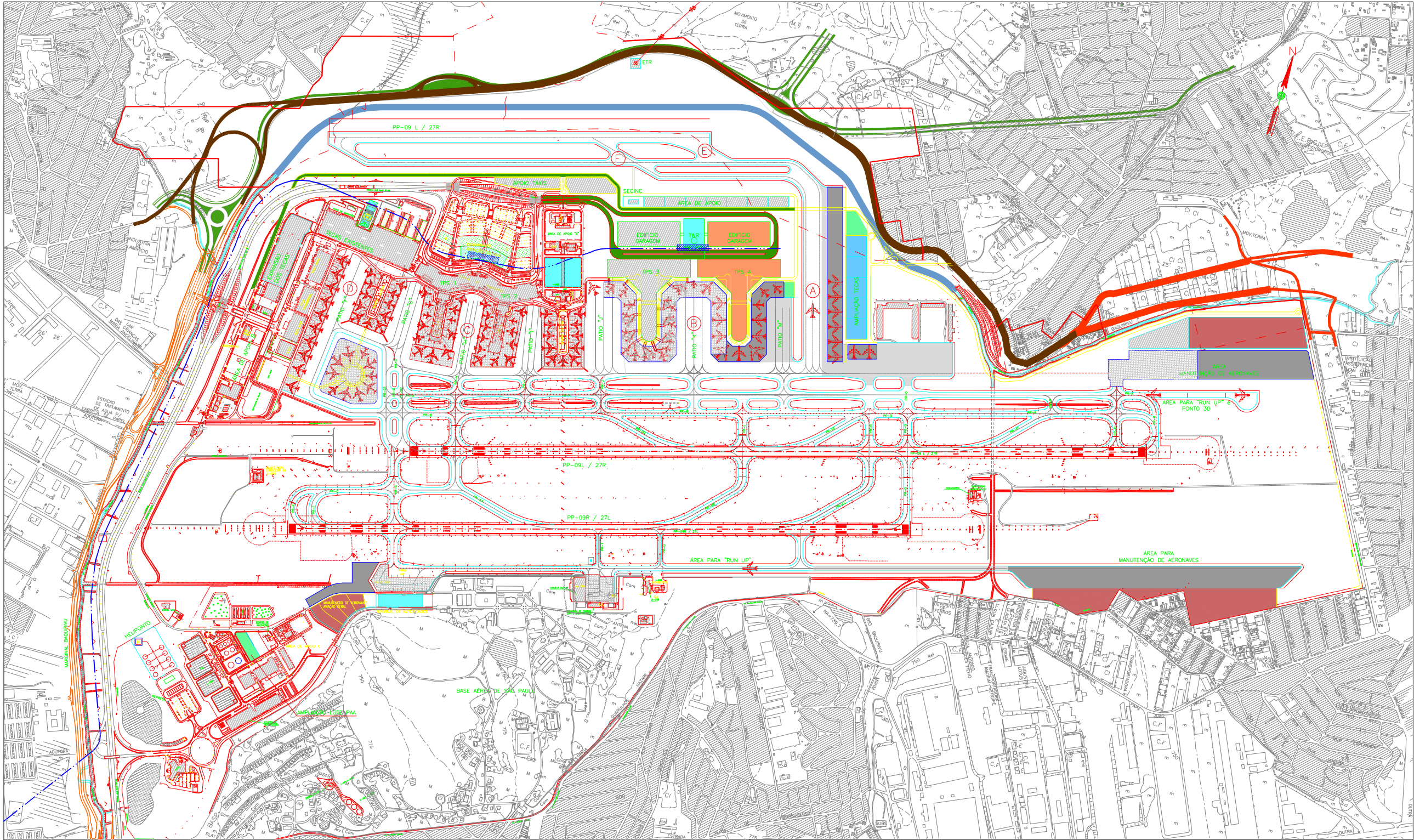
AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

LEGENDA: — TERRENO
 — PROJETO
 — PAVIMENTO

ESCALA: HORIZONTAL 1:4000
 VERTICAL 1:400

APÊNDICE H: SEÇÕES TRANSVERSAIS UTILIZADAS
(ALINHAMENTO HORIZONTAL 5)



LEGENDA

- TERMINAIS DE PASSAGEIROS/EDIF. GARAGEM
- TERMINAIS DE CARGA
- PISTAS E PÁTIOS (PAV. FLEXÍVEL)
- PÁTIO DE ESTACIONAMENTO DE AERONAVES (PAV. RÍGIDO)
- ÁREA PARA MANUTENÇÃO DE AERONAVES
- ÁREAS DE APOIO
- OUTRAS EDIFICAÇÕES

- LIMITE PATRIMONIAL ATUAL
- LIMITE PATRIMONIAL PROPOSTO
- MARGINAL BAQUIRIVU - EXISTENTE
- MARGINAL BAQUIRIVU - PROPOSTA INFRAERO
- MARGINAL BAQUIRIVU - PREF. DE GUARULHOS
- ANEL VIÁRIO DE CONTORNO
- EXPRESSO AEROPORTO (METRO)

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

TRABALHO DE GRADUAÇÃO: "IMPLANTAÇÃO DA TERCEIRA PISTA DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE SÃO PAULO - UMA PROPOSTA PARA O PROJETO DE TERRAPLENAGEM"

AUTOR: HUGO VIEIRA DE VASCONCELOS

ORIENTAÇÃO: RONALDO GONÇALVES DE CARVALHO (ITA)
JIRO HASHIZUME (INFRAERO)
ARNALDO SATORU GUNZI (DIRENG)

PLANTA FORNECIDA PELA INFRAERO

Superintendência Regional do Sudeste - SRGR
aeroporto internacional de são paulo/guarulhos
geral



ESCALA 1:20000

ANEXO A: PLANO DE DESENVOLVIMENTO DO AEROPORTO (MAIO/2004)

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 03 de novembro de 2005	3. DOCUMENTO N° CTA/ITA-IEI/TC-003/2005	4. N° DE PÁGINAS 155
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Implantação da Terceira Pista do Aeroporto Internacional de São Paulo – Uma Proposta para o Projeto de Terraplenagem			
6. AUTOR(ES): Hugo Vieira de Vasconcelos			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – ITA/IEI			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Aeroporto de São Paulo – Guarulhos, Projeto de Terraplenagem, Implantação da terceira pista de pouso, In-Roads			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Planejamento de aeroportos; Terraplenagem; Pistas (de pouso e decolagem); Engenharia civil; Engenharia aeronáutica			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 2005. 155 páginas.			
11. RESUMO: O presente Trabalho de Graduação apresenta uma proposta de projeto de terraplenagem para a implantação da terceira pista de pouso do Aeroporto Internacional de São Paulo/ Guarulhos. Utilizou-se, como ferramenta auxiliar, o programa computacional <i>Bentley InRoads</i>, especialmente desenvolvido para elaboração de projetos viários, incluindo modelamento espacial e cálculo de volumes de terraplenagem. Os levantamentos preliminares (topográfico e geotécnico) foram fornecidos pela INFRAERO, assim como a configuração geométrica horizontal. Com base nas recomendações internacionais publicadas no Anexo 14 da OACI, identificou-se uma inconformidade no distanciamento entre a pista de pouso e pista de rolamento, propondo-se uma solução alternativa para o projeto geométrico original. Apresenta-se ainda, o cálculo das sobrelarguras necessárias às manobras da aeronave de projeto nas pistas de rolamento. Para o cálculo dos volumes de terraplenagem, considerou-se a espessura total do pavimento e a necessidade de execução de um aterro de sobrecarga.			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			