


4	REVISÃO REFERENTE À SOLICITAÇÃO DA CF 1872/GTFL/2011	13/10/2011	BBZ	-	WV
3	ATEND. AO E-MAIL DE 04/02/11 – RELATÓRIO DE PENDÊNCIAS	25/02/2011	BBZ	-	WV
2	ATEND. AO EMAIL DE 07/01/11 - COMPLEM. INFORM. DE JAZIDAS	11/01/2011	BBZ	-	WV
1	REVISÃO GERAL	26/11/2010	BBZ	-	WV
0	EMIÇÃO INICIAL	06/10/2010	BBZ	-	WV
Rev.	Modificação	Data	Projetista	Desenhista	Aprovo

ENGEVIX

Coordenador de Projeto	CREA / UF	Autor do Proj. / Resp. Técnico	CREA / UF	Co-autor	CREA / UF
ENG WILSON VIEIRA	0600405580/SP	ENG EDUARDO MINORU NAGAO	5060215720/SP	ENG RICARDO R. SANTOS	561213470/SP
Coordenador do Contrato	CREA/UF	Coord. Adjunto Contrato	CREA/UF	Desenhista	
ENG WILSON VIEIRA	0600405580/SP	ENG ROMULO R. DA SILVA	0600897689/SP	-	
Número		Conferido	CREA/UF	Escala	Data
1180/00-IG-MD-1001		EDUARDO MINORU NAGAO	5060215720/SP	S/ESC	06/10/2010

			Sítio		
			AEROPORTO INTERNACIONAL DE FLORIANÓPOLIS HERCÍLIO LUZ		
Área do sítio			GERAL		
Escala	Data	Desenhista	Especialidade / Subespecialidade		
S/ESC	06/10/2010	-	INFRAESTRUTURA / GEOTECNIA		
Fiscal do Contrato		Rubrica	Tipo / Especificação do documento		
ENG. GUILHERME SOLDATELLI			MEMORIAL DESCRITIVO		
Fiscal Técnico		CREA / UF	Tipo de obra		Classe geral do projeto
EDSON RICHTER		17.269-D / PR	CONSTRUÇÃO		PROJETO EXECUTIVO
Gestor do Contrato		Rubrica	Substitui a		Substituída por
ANGELA CRISTINA BAHR					
Termo de Contrato Nº			Codificação		
136-ST/2009/0008			FL . 01 / 103 . 75 / 03471 / 04		

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	3
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DA OBRA	4
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA REGIÃO	6
5. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS	8
6. DESCRIÇÃO DO SUBSOLO LOCAL	11
7. JAZIDAS DE SOLO, SAIBRO E ROCHA	18
8. ESTUDOS GEOTECNICOS	20
9. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	23
10. ANEXOS	24

1. APRESENTAÇÃO

O presente documento tem por objetivo apresentar o histórico do projeto geotécnico e a descrição das soluções adotadas, em nível de Projeto Executivo, para a Ampliação do Aeroporto Internacional de Florianópolis/Hercílio Luz, em Florianópolis – SC.

O projeto de ampliação deste aeroporto compreende os seguintes projetos:

- implantação de taxiways, que interligam o pátio de aeronaves à pista de pouso e decolagem existente;
- implantação do novo pátio de estacionamento de aeronaves;
- implantação do novo Terminal de Passageiros e Serviços (TPS);
- implantação de vias de serviço para interligar o TPS ao pátio;
- novos acessos viários e estacionamento de veículos.

Portanto, os estudos geotécnicos desenvolvidos foram os seguintes:

- análise da capacidade de suporte do subleito na região das pistas de taxiamento, pátio de estacionamento de aeronaves e estacionamento de veículos;
- cálculo dos recalques das pistas de taxiamento, pátio de estacionamento de aeronaves e estacionamento de veículos.

O dimensionamento das fundações do TPS não faz parte do escopo deste contrato.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- _____. FL.01/103.73/03452 – Relatório Técnico – Ensaios de Campo (Complementar), 2010.
- _____. FL.01/103.73/03652 – Relatório Técnico – Ensaios de Laboratório (Complementar), 2010.
- _____. FL.01/103.75/03479 – **Memorial de Cálculo**, 2010.
- _____. FL.01/103.75/03699 – **Programação de Sondagens**, 2010.

3. DESCRIÇÃO DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DA OBRA

O Aeroporto Internacional de Florianópolis/SC está situado a aproximadamente 12 km do centro de Florianópolis, capital do Estado. Está instalado em uma área de aproximadamente 8,9 km², a 6 m de elevação. As coordenadas geográficas de referência do aeroporto são as seguintes: latitude 27°40'13" S e longitude 48°33'08" O.

O sistema de pistas é composto de uma pista principal de pouso e decolagem na orientação 14/32, com 2.300 m de extensão e 45 m de largura e uma pista de pouso e decolagem na orientação 03/21, com 1.500 m de extensão por 45 m de largura. Estas pistas se cruzam próximo as cabeceiras 03 e 14, anguladas em 70°.



A ampliação do aeroporto compreende a construção das seguintes estruturas: pistas de taxiamento, pátio de aeronaves, terminal de passageiros e um novo estacionamento de veículos com os acessos correspondentes.

A seguir se mostram os locais onde serão realizadas essas obras:



4. ASPECTOS GEOLÓGICOS DA REGIÃO

A Ilha de Santa Catarina é ocupada por uma gama de litologias que temporalmente se estendem desde o Cenozóico-Quaternário até o Proterozóico Superior. Incluem sedimentos de Paleocanais, Lagunares, Esporões Arenosos, Cristas de Praias Progradantes, Sambaquis, Depósitos de Manguesais e Turfáceos, Depósitos Eólicos, Lagunares, Transicionais, Marinhos e Depósitos de Encosta, além de Diques Ácidos e Básicos - Diabásio e Riólito, Granitos e Granitóides.

Nas cercanias do aeroporto se verificam exposições de Sedimentos Marinhos, Depósitos de Encosta, o Riólito Cambirela, o Granitóide São Pedro de Alcântara e o Granito Ilha, materiais potencialmente aproveitáveis em obras civis.

No perímetro da Base Aérea de Florianópolis, uma elevação do Granito Ilha que é um Monzonito à Biotita, de textura heterogranular a porfirítica, de cor cinza rosada, de granulometria média a grossa, isotrópico, intemperizado na forma de Solo Saprólítico e de Saprólito-Regolito, com volume razoável, possui características geotécnicas e condições de aproveitamento em obras civis do projeto de reestruturação do aeroporto, até pela proximidade com o local da futura implantação. Um futuro aproveitamento dependeria em princípio da autorização expressa do Comando Aéreo da capital.

A região que envolve a área continental de Florianópolis, Palhoça, São José e Biguaçu, por outro lado, é ocupada por litotipos da Suíte Intrusiva Pedras Grandes-Eo-Paleozóico e por Sedimentos recentes Continentais Aluvionares Atuais-Quaternário.

A Suíte se compõe de Granitóides não deformados com domínios sub-alcálinos e per-alcálinos, em geral biotíticos. Apresenta variedades rapakivíticas e alterações tardi-magmáticas.

Petrograficamente são Sienogranitos e Granodioritos caracterizados por pertito e mais raramente microclínio. O plagioclásio é o oligoclásio e o máfico dominante é a biotita marrom. Anfibolito verde com supostas afinidades hornoblendíticas ocorre subordinadamente. A textura granítica-granular hipidiomórfica, raramente exhibe efeitos limitados de microgranulação mecânica ou de crescimento tardio de megacristais de microclínio, a não ser em áreas pouco expressivas.

Os litótipos da Suíte Intrusiva Pedras Grandes, por intemperização, apresentam uma seqüência de alteração vertical, composta por um Solo Maduro-SM, pedologicamente evoluído, pouco desenvolvido, constituído de uma argila plástica, pouco siltosa, pouco arenosa, coesiva, marrom, com espessura variando entre 1,0 m e 1,5 m, com resistência a compressão simples da ordem de $\sigma \sim 8,0 \text{ kg/cm}^2$.

Segue-se um horizonte de Solo Saprólítico-SS, constituído de um silte argiloso, pouco arenoso róseo avermelhado, incoerente, friável, pouco poroso e pouco

permeável, com resistência a compressão simples variando entre $\sigma_c \sim 1,5 \text{ kgf/cm}^2$ e $\sigma_c \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$, normalmente $\sigma_c \sim 3 \text{ kgf/cm}^2$, com uma espessura compreendida entre 1,0 m e uma dezena de metros.

Na seqüência se observa exposto um horizonte de Saprólito-SA, constituído de um silte areno argiloso, também róseo avermelhado, coerente, poroso e permeável, com resistência a compressão simples variando entre $\sigma_c \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$ e $\sigma_c \sim 30 \text{ kgf/cm}^2$, com a espessura de uma dezena de metros.

A seqüência normal do perfil vertical é continuada com a exposição dos horizontes de alteração de rocha nas formas de Rocha Altamente Intemperizada-RAi-resistência a compressão simples compreendida entre $\sigma_c \sim 30 \text{ kgf/cm}^2$ e $\sigma_c \sim 90 \text{ kgf/cm}^2$; Rocha Medianamente Intemperizada-RMi-resistência a compressão simples compreendida entre $\sigma_c \sim 90 \text{ kgf/cm}^2$ e $\sigma_c \sim 150 \text{ kgf/cm}^2$; Rocha Levemente Intemperizada-RLi-resistência a compressão simples compreendida entre $\sigma_c \sim 150 \text{ kgf/cm}^2$ e $\sigma_c \sim 250 \text{ kgf/cm}^2$ e Rocha "Sã"-resistência a compressão simples superior a $\sigma_c \sim 250 \text{ kgf/cm}^2$.

Complementa a geologia, a exposição de sedimentos recentes que ocupam os talwegues e as bacias de inundação dos rios e das linhas de drenagem conseqüentes. São argilas, argilas siltosas, siltes argilo arenosos, siltes areno argilosos, areias e cascalhos, resultantes da intemperização das rochas fontes e depositados nos alinhamentos de drenagem pelos agentes intempéricos.

As litologias que constituem a Suíte Intrusiva Pedras Grandes expostas na área continental de Florianópolis e nas regiões que compõem os municípios de Palhoça, São José, Biguaçu e Governador Celso Ramos, como também os granitóides encontrados na região de Tijucas, por intemperização, geram Solos Maduros, Solos Saprolíticos, Saprólitos, Rochas Intemperizadas e areias de deposição aluvionar e de cavas. Estes materiais se constituem em fontes de materiais de construção para serem utilizados em terraplenagem e em obras civis. A rocha preservada se constitui em Jazimento de material pétreo.

Do ponto de vista geotécnico, os Solos Maduros, coesivos, se prestam à utilização como camadas finais e/ou de coroamento de aterros.

Os Solos Saprolíticos se prestam à utilização como corpos de aterros.

Os saprólitos mais arenosos, na forma de agregados e com maior suporte, se prestam a utilização como corpo de aterro, como revestimento primário e mesmo na utilização como agregado graúdo, aonde houver necessidade do uso de materiais com tais características ou para aproveitamentos especiais.

Os horizontes de rocha intemperizadas se prestam a utilização de atividades mais nobres como base de aterros com fundação que tenha que ser melhorada, na

substituição de solos de baixa capacidade de suporte, na forma de rachão, na utilização de camadas drenantes e drenagens profundas e a rocha “sã” é utilizada como agregado pétreo em concreto cimento e ou asfáltico, preferencialmente.

Apresenta-se o mapa geológico da região de influência do projeto no Anexo 1.

5. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

Para a elaboração do projeto básico foi executado um conjunto de sondagens a percussão na região do terminal de passageiros, do pátio de cargas e do estacionamento de veículos. Estas sondagens mostraram a existência de uma camada de argila orgânica, por vezes turfosa, muito mole com espessura média de 1 m. Sob esta camada superficial foi identificada uma camada de aproximadamente 5 m de espessura de areia compacta a muito compacta. As sondagens mais profundas, executadas na região do terminal de passageiros (SP-10, SP-13 e SP-16 a SP-19) e uma sondagem do estacionamento de veículos (SP-09) mostraram uma camada de argila de consistência mole de espessura média de 5 m. As demais sondagens foram interrompidas antes de atravessar a camada de areia compacta.

Além das sondagens a percussão abriu-se poços de inspeção e sondagens a trado, distribuídos nas pistas de taxiamento, pátio de aeronaves, vias de acesso e estacionamento de veículos. Observou-se que o NA encontrava-se próximo à superfície e o subleito foi classificado como sendo constituído por uma camada de argila sobre uma camada de areia fina.

Em função dos resultados do plano de sondagens realizado para elaboração do projeto básico, naquela ocasião foram projetadas as seguintes soluções geotécnicas:

- Remoção total da camada superficial de argila orgânica muito mole na região das Pistas de Taxiamento, cuja espessura estimada foi de 1 m.
- Sistema de drenos fibroquímicos na região do pátio de aeronaves para acelerar os recalques que poderiam ocorrer, devidos à compressão da camada de solo mole em profundidade pela sobrecarga aplicada pelo novo aterro. Este aterro possui 1,50 m de altura e é necessário para que o pátio de aeronaves fique nivelado com a pista de pouso existente.

Para complementar o estudo realizado para elaboração do projeto básico e validar as soluções geotécnicas apresentadas naquela etapa, foi realizado um novo plano de investigações geotécnicas. Esta programação está apresentada no relatório FL.01/103.75/03699 e os resultados das investigações estão nos documentos FL.01/103.73/03652/00 e FL.01/103.73/03452/00.

A seguir se apresenta um resumo dos ensaios previstos nas diferentes etapas da elaboração do projeto executivo.

ITEM	SERVIÇO	UNIDADE	ENSAIOS PREVISTOS		
			EDITAL	PROGRAMADO FL.01/103.05/03448/00	EXECUTADO
ÁREA DO AEROPORTO					
1.2	Ensaio de Campo				
1.2.1	Sondagem à Percussão	m	X	X	X
1.2.2	Amostrador Shelby (6")	unid.	X	X	X
1.2.3	Infiltração	unid.	X	X	
1.2.4	CPTU (Piezocone)	m	X	X	
1.2.5	Poço de Inspeção (2,00 m)	unid.	X	X	X
1.2.6	CBR "in situ"	unid.	X		
1.2.7	Fechamento do Poço de Inspeção	unid.	X	X	X
1.2.8	Sondagem a trado	m		X	X
1.2.9	Extração de Corpos de Prova de Pavimentos Existentes	unid.		X	X
1.3	Ensaio de Laboratório em amostras deformadas				
1.3.1	Umidade Natural	unid.	X	X	X
1.3.2	Densidade Natural	unid.	X	X	X
1.3.3	Análise Granulométrica	unid.	X	X	X
1.3.4	Análise Granulométrica por Sedimentação	unid.	X	X	X
1.3.5	Densidade Real dos Grãos	unid.	X	X	X
1.3.6	Limites de Liquidez	unid.	X	X	X
1.3.7	Limites de Plasticidade	unid.	X	X	X
1.3.8	Ensaio de Compactação - Energia Normal	unid.	X	X	X
1.3.9	Índice de Suporte Califórnia (CBR)	unid.	X	X	X
1.3.10	Ensaio de Compactação - Energia Modificada	unid.	X	X	X
1.3.11	Índice de Suporte Califórnia (CBR-DIRENG)	unid.	X	X	X
1.3.12	Ensaio de Permeabilidade	unid.	X	X	X
1.3.13	Ensaio de Adensamento Oedométrico (4" e CV em 3 Pressões Diferentes)	unid.	X	X	X
JAZIDAS DE SOLO					
1.4	Ensaio de laboratório				
1.4.1	Limites liquidez	unid.			X
1.4.2	Limite de plasticidade	unid.			X
1.4.3	CBR (ISC) na energia Modificada e Expansão	unid.			X
1.4.4	CBR (ISC) na energia Normal e Expansão	unid.			X
1.4.5	Compactação - Proctor na energia Modificada	unid.			X
1.4.6	Compactação - Proctor na energia Normal	unid.			X
1.4.7	Granulometria (Por Peneiramento e por Sedimentação)	unid.			X
1.4.8	Umidade	unid.			X

Como se pode observar: no Edital foi previsto um conjunto de ensaios; na programação descrita no relatório FL.01/103.75/03699 e apresentada no desenho FL.01/103.05/03448 foram incorporadas sondagens a trado e extração de corpos de prova de pavimentos existentes; e, após análise dos resultados de sondagens a percussão e ensaios de adensamento, foi constatada a não necessidade de execução dos ensaios CPTU e infiltração in situ. Além disso, foram acrescentados ensaios em 4 jazidas de solo indicadas pela INFRAERO (ver relatório FL.19/103.73/03794/00).

A justificativa da incorporação de sondagens a trado e extração de corpos de prova de pavimentos existentes faz parte do relatório FL.01/103.75/03699.

O principal objetivo do ensaio CPTU era a determinação do valor de ch (coeficiente de adensamento horizontal), obtido a partir da interpretação da dissipação do excesso de poro-pressões. Este valor é utilizado no cálculo do adensamento radial.

No projeto básico foi prevista a utilização de drenos fibroquímicos para acelerar o adensamento das camadas de argila mole em profundidade. Para o dimensionamento dos drenos fibroquímicos é necessário o valor de *ch*.

Os ensaios de adensamento edométrico realizados nas amostras indeformadas retiradas com amostrador Shelby nas profundidades onde foram detectadas argilas moles, mostraram que essas argilas são sobre-adensadas. A carga que aplicará o aterro da região será menor que a carga à qual essa argila já esteve solicitada. Por este motivo não será necessária a utilização de drenos fibroquímicos para acelerar o adensamento dessas camadas e conseqüentemente os ensaios CPTU puderam ser cancelados.

O objetivo dos ensaios de infiltração era determinar o coeficiente de permeabilidade para dimensionar os drenos fibroquímicos, pelo mesmo motivo exposto acima, estes ensaios deixaram de ser necessários.

O conjunto de ensaios executados na região do aeroporto foi o seguinte:

Ensaio de campo:

- Sondagens a percussão
- Sondagens a trado
- Poços de inspeção
- Retirada de amostras indeformadas com amostrador Shelby

Ensaio de laboratório:

Nas amostras deformadas:

- Granulometria por peneiramento e granulometria com sedimentação;
- Limites de liquidez e plasticidade;
- Umidade;
- Densidade dos grãos;
- Compactação na energia modificada na região das taxis e pátio de aeronaves e na energia normal nas vias de acesso de veículos e estacionamento de veículos;
- CBR-direng nas taxis e pátio de aeronaves;
- CBR-DNIT na vias de acesso e estacionamento de veículos.

- Nas amostras retiradas com amostradores Shelby:
- Adensamento;
- Permeabilidade;
- Granulometria com sedimentação;
- Limites de Atterberg;
- Densidade dos grãos

Os resultados destes ensaios estão apresentados nos relatórios FL.01/103.73/03652/01 e FL.01/103.73/03452/01.

6. DESCRIÇÃO DO SUBSOLO LOCAL

6.1. PISTAS DE TAXIAMENTO

As sondagens realizadas nas pistas de taxiamento (SP-301 a SP-345) indicam que o subsolo é composto por areias finas, de cor cinza ou marrom, fofas, pouco compactas ou compactas a menores profundidades e medianamente compactas a muito compactas a profundidades maiores.

Em todas as sondagens, exceto nas sondagens SP-321, SP-322 e SP-333, os valores N_{spt} na superfície foram maiores ou iguais a 4.

Na sondagem SP-308 foi detectada uma camada de areia fina argilosa fofa, cinza clara, com valores de N_{spt} de 3 e 4 golpes/30 cm, entre os 21,00 m e 23,13 m de profundidade.

Na sondagem SP-332 foi detectada uma camada de areia fina pouco argilosa cinza, fofa, com valores de N_{spt} entre 2 e 4, entre os 7,05 m e 9,71 m de profundidade.

Na sondagem SP-333 foi detectada uma camada de argila cinza escura muito mole, com valores de N_{spt} de 2 golpes/30 cm, entre os 6,00 m e 7,00 m de profundidade.

O nível da água em todas as sondagens foi encontrado até 1,15 m de profundidade, sendo que na maioria delas o mesmo variou entre 0 m e 0,5 m.

Todas estas características do subsolo local encontram-se resumidas nos perfis geotécnicos dos desenhos FL.03/103.21/03781/01 e FL.03/103.21/03786/01.

6.2. PÁTIO DE AERONAVES

As sondagens realizadas no pátio de aeronaves (SP-201 a SP-215) indicam que o subsolo é composto principalmente por areias finas siltosas de cor preta ou cinza.

Nesta região, algumas sondagens mostraram uma camada fofa na superfície (SP-203, SP-208 a SP-210 e SP-212 a SP-214), formada por areia fina siltosa com matéria orgânica, preta, com valores de Nspt de 2 ou 3 golpes/30 cm e espessura de até 3 m.

Sob esta camada fofa, quando presente, a areia fina siltosa é compacta a muito compacta, com valores médios de Nspt de 10 golpes/30 cm. Ao atingir profundidades entre 8 e 10 m, muitas das sondagens nesta região encontraram uma camada de argila pouco siltosa orgânica muito mole a média ou de areia fina argilosa com matéria orgânica, fofa. Os valores Nspt nesta camada variariam de 2 a 6 golpes/30 cm em uma espessura de 1 a 10 m. Sob esta camada, as sondagens detectaram areia fina siltosa muito compacta até os 25 m onde a maioria delas foi paralisada.

O nível da água em todas as sondagens foi encontrado até 0,5 m de profundidade.

Foram escolhidos alguns locais de ocorrência de solo mole em profundidade para retirada de amostras indeformadas com o amostrador Shelby. Com essas amostras foram realizados ensaios de adensamento, permeabilidade, granulometria com sedimentação, densidade dos grãos e limites de Atterberg.

Os ensaios de adensamento foram realizados com o objetivo de se obter a tensão de pré-adensamento à qual esse material já esteve submetido. Este dado é necessário para o cálculo dos recalques devidos ao adensamento que esta camada poderia sofrer pela construção do aterro de aproximadamente 1,5 m, necessário para nivelamento do pátio de aeronaves à pista de pouso existente.

Os cálculos de razão de sobre-adensamento e de recalques estão apresentados na memória de cálculo FL.01/103.75/03479.

Todas estas características do subsolo local encontram-se resumidas no perfil geotécnico do desenho FL.04/103.21/03780/01.

6.3. TERMINAL DE PASSAGEIROS

As sondagens realizadas no terminal de passageiros e centro de utilidades (SP-501 a SP-522), cuja planta de locação e cujos boletins encontram-se apresentados no relatório FL.01/103.73/03652/01, indicam que o subsolo é composto principalmente por areia fina por vezes siltosa, por vezes argilosa de cor cinza ou cinza clara.

Nesta região, a maioria das sondagens mostraram uma camada fofa na superfície formada por areia fina siltosa ou pouco argilosa, preta ou cinza escura, com presença de matéria orgânica, com valores de Nspt menores do que 3 golpes/30 cm.

Sob esta camada fofa, quando presente, a maioria das sondagens mostraram uma camada de areia fina compacta a muito compacta, com valores de Nspt maiores do que 15 golpes/30 cm. Ao atingir profundidades entre 7 e 24 m muitas das sondagens nesta região encontraram de uma a quatro camadas de areia argilosa fofa ou de argila mole com valores Nspt menores que 4 golpes/30 cm em uma espessura de até 3 m cada camada. Sob esta camada, as sondagens detectaram areia fina a média compacta a muito compacta até os 25 m onde a maioria delas foi paralisada.

O nível da água em quase todas as sondagens foi encontrado a profundidades menores que 0,50 m. Nesta região o lençol freático foi encontrado mais profundo na sondagem SP-510 a 0,96 m de profundidade.

Todas estas características do subsolo local encontram-se resumidas no perfil geotécnico do desenho FL.06/103.21/03782/01.

6.4. VIAS DE ACESSO E ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS

As sondagens realizadas no estacionamento e vias de acesso de veículos (SP-401 a SP-414), cuja planta de locação e cujos boletins encontram-se apresentados no relatório FL.01/103.73/03652, indicam que o subsolo é composto por areia fina por vezes argilosa, cinza clara ou escura.

Nesta região, um conjunto de sondagens mostrou a ocorrência de areia fina argilosa fofa, com matéria orgânica, na superfície, sendo os valores de Nspt de 1 a 3 golpes/30 cm.

Em profundidades entre 3 m e 21,00 m a maioria das sondagens mostraram de uma a quatro camadas de 1 a 3 m de espessura de areia fofa ou argila arenosa mole cinza com eventual matéria orgânica, com valores de Nspt menores do que 4 golpes/30 cm. Sob esta/s camada/s, as sondagens detectaram areia fina a média compacta a muito compacta até a profundidade de paralisação das sondagens.

O nível da água em todas as sondagens foi encontrado até 0,63 m de profundidade.

Todas estas características do subsolo local encontram-se resumidas no perfil geotécnico do desenho FL.05/103.21/03783/01.

6.5. RESUMO

Para complementar as informações obtidas nas sondagens elaboradas por ocasião do projeto básico, foi executada uma campanha de ensaios muito mais completa.

Esta campanha mostrou a existência de uma camada superficial de areia fina pouco argilosa cinza escura fofa com espessura de até 3,15 m (SP-402) nas regiões onde as sondagens executadas por ocasião do projeto básico mostraram argila orgânica mole.

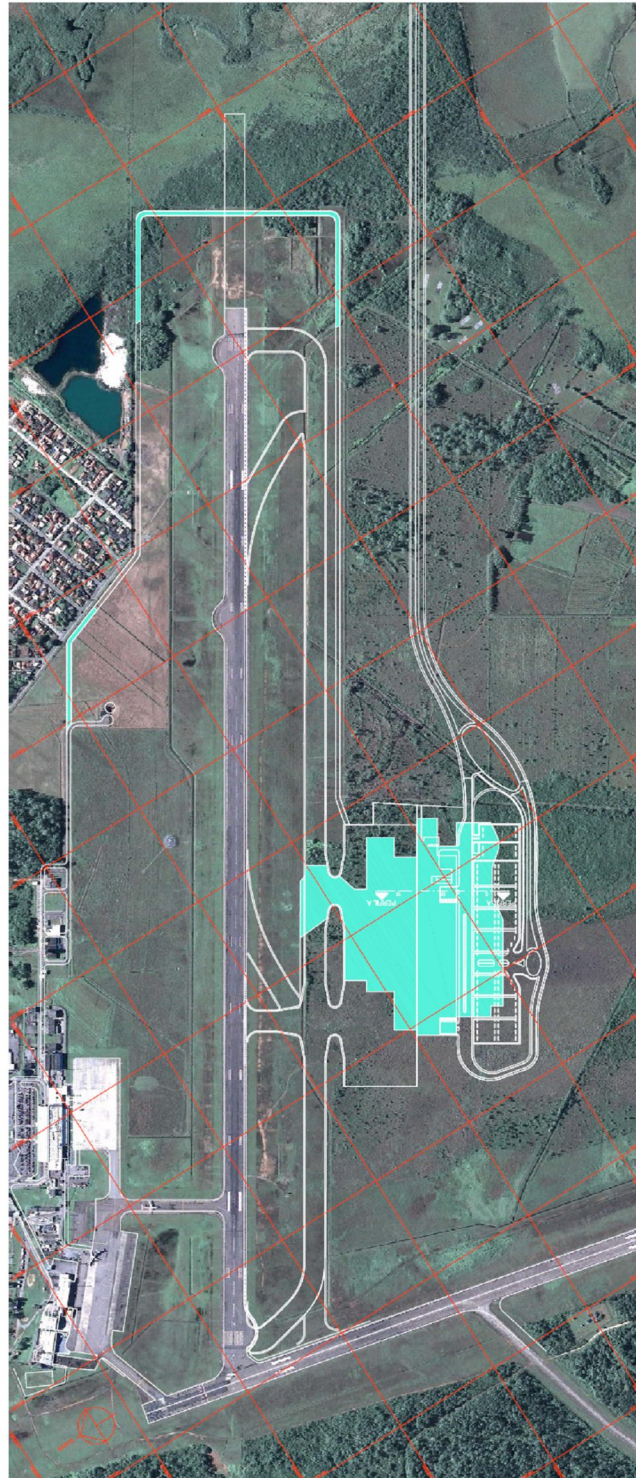
Para validar as informações apresentadas nos boletins das sondagens a percussão e a trado, foram realizados ensaios de granulometria com sedimentação no material coletado. Assim, foi constatado que a camada superficial na maior parte do local da obra é formada por areias finas, com porcentagem de finos menor do que 8%.

Por outro lado, a área estimada de argila mole em profundidade resultou menor da inferida no projeto básico, dado que sondagens executadas em pontos intermediários entre as sondagens do projeto básico mostraram que a ocorrência das argilas moles em profundidade não se estende por grandes áreas.

A seguir se apresenta uma tabela resumo dos resultados das sondagens executadas durante os projetos básico e executivo.

SONDAENS EXECUTADAS										SOLO SUPERFICIAL COM MAT. ORGÂNICA (H, m)															Profundidade (m)	SOLO ADENSÁVEL PROFUNDO (ARGILAS MOLES E AREIAS FOFAS)															TOTAL (m)	OBSERVAÇÕES
SONDAGEM	PROJETO	COORDENADAS		LOCAL	PROF. (M)	N.A.	S.O.U. SUPERFICIAL COM MAT. ORGÂNICA (H, m)	Profundidade (m)	1ª CAMADA			2ª CAMADA			3ª CAMADA			4ª CAMADA			5ª CAMADA			TOTAL (m)	OBSERVAÇÕES																	
		N	E						INC. (m)	FIM (m)	ESP. (m)	INC. (m)	FIM (m)	ESP. (m)	INC. (m)	FIM (m)	ESP. (m)	INC. (m)	FIM (m)	ESP. (m)	INC. (m)	FIM (m)	ESP. (m)																			
SP-01	BÁSICO	4937303	741608	PISTA DE TRAJAMENTO	8	1,7	NÃO																																			
SP-02	BÁSICO	4938839	742261	PISTA DE TRAJAMENTO	5	0,15	SM	1																																		
SP-03	BÁSICO	4938465	742264	PISTA DE TRAJAMENTO	7	1,79	NÃO																																			
SP-04	BÁSICO	4938133	743380	PISTA DE TRAJAMENTO	6	1,05	SM	0,8																																		
SP-05	BÁSICO	4938447	741976	PÁTIO DE ABRONAVES	8	0,3	SM	0,15																																		
SP-06	BÁSICO	4938649	742225	PÁTIO DE ABRONAVES	5	0,3	SM	0,1																																		
SP-07	BÁSICO	4938644	742412	PÁTIO DE ABRONAVES	6	0,75	SM	0,1																																		
SP-08	BÁSICO	4938654	741888	VIÁRIO/ESTACIONAMENTO/CANTERO DE OBRAS	6	0	NÃO																																			
SP-09	BÁSICO	4938300	742297	VIÁRIO/ESTACIONAMENTO/CANTERO DE OBRAS	15	0,2	SM	1	8	10	2												2	ARGILA SILTO-ARENOSA CINZA ESCURA																		
SP-10	BÁSICO	4938637	742013	TPS/OUT	25,45	0,7	NÃO																																			
SP-11	BÁSICO	4938446	742176	TPS/OUT	8	0,3	NÃO																																			
SP-12	BÁSICO	4938546	742149	TPS/OUT	9	1	SM	0,2																																		
SP-13	BÁSICO	4938660	742252	TPS/OUT	25	0,4	SM	1	8	9	1	16	17	1											DUAS CAMADAS DE AREIA FOFA																	
SP-14	BÁSICO	4938423	742260	TPS/OUT	26	0,3	SM	1	7	9	2	15	16	1											DUAS CAMADAS DE ARGILA, TEM MAIS UMA CAMADA DE AREIA FOFA ABANADO																	
SP-15	BÁSICO	4938438	742420	TPS/OUT	26	0,3	SM	0,2	19	21	2														2 SILTE ARENOSO ESVERDEADO																	
SP-16	BÁSICO	4938442	742069	TPS/OUT	25	0,5	NÃO		8	17	9															9 ARGILA ORGÂNICA ESVERDEADA																
SP-17	BÁSICO	4938679	742169	TPS/OUT	25,45	0,95	SM	1	10	16	6															6 ARGILA ORGÂNICA ESVERDEADA																
SP-18	BÁSICO	4938604	742216	TPS/OUT	25,45	0,4	SM	1	7	9	2																2 ARGILA SILTO-ARENOSA CINZA ESCURA															
SP-19	BÁSICO	4938493	742044	TPS/OUT	25,45	0,3	SM	1																																		
SP-101	BÁSICO	4937085	741873	PISTA DE TRAJAMENTO	17	0,72	SM	1																																		
SP-102	BÁSICO	4938423	742064	PISTA DE TRAJAMENTO	17	1,37	SM	1	10	11	1																1 SILTE ARGILO-ARENOSO BRANCO															
SP-103	BÁSICO	4938276	743152	PISTA DE TRAJAMENTO	17	1,46	SM	1	10	12	2																2 1ª CAMADA DE AREIA E 2ª CAMADA DE ARGILA															
SP-104	BÁSICO	4938761	742135	PÁTIO DE ABRONAVES	20	0,2	SM	0,3	10,8	17	6,2																6,2 ARGILA SILTO-ARENOSA CINZA ESCURA															
SP-105	BÁSICO	4938638	742307	PÁTIO DE ABRONAVES	17	0	SM	1																																		
SP-201	EXECUTIVO	4938490	742003	PÁTIO DE ABRONAVES	25,19	0	NÃO																																			
SP-202	EXECUTIVO	4938426	742087	PÁTIO DE ABRONAVES	22,18	0	SM	0,9																																		
SP-203	EXECUTIVO	4938783	742172	PÁTIO DE ABRONAVES	25,22	0	SM	1,52	12	16	4																	4														
SP-204	EXECUTIVO	4938729	742256	PÁTIO DE ABRONAVES	27,15	0	SM	1,6	11	13	2	15	17	2														4 ARGILA POUCO SILTOSA, COM MATERIA ORGÂNICA, VAREDEGADA (CINZA ESCURO), MUITO MOLE A MÉDIA														
SP-205	EXECUTIVO	4938476	742341	PÁTIO DE ABRONAVES	26,18	0	SM	1	11	15	4																	4 1ª CAMADA: ARGILA POUCO SILTOSA, ORGÂNICA, VAREGADA (PRETA), MUITO MOLE. 2ª CAMADA: AREIA FINA A MÉDIA ARGILOSA, COM MATERIA ORGÂNICA, VAREGADA (CINZA ESCURA), FOFA A POUCO COMPACTA.														
SP-206	EXECUTIVO	4938423	742025	PÁTIO DE ABRONAVES	25,45	0,49	NÃO		11	12	1																	1 ARGILA FINA, CINZA, FOFA														
SP-207	EXECUTIVO	4938767	742103	PÁTIO DE ABRONAVES	25,3	0	NÃO		11	15	4																	4 1ª CAMADA: ARGILA FINA, ARGILOSA, CINZA ESCURA, FOFA. 2ª CAMADA: ARGILA CINZA, ESCURA, MOLE A MUITO MOLE														
SP-208	EXECUTIVO	4938714	742187	PÁTIO DE ABRONAVES	25,07	0	SM	1,66																					5 1ª CAMADA: ARGILA POUCO ARENOSA, CINZA CLARA, MOLE A MUITO MOLE. 2ª CAMADA: ARGILA, POUCO ARENOSA, COM FÓSSIS MARINHOS, CINZA ESCURA, MOLE.													
SP-209	EXECUTIVO	4938658	742275	PÁTIO DE ABRONAVES	25,45	0	SM	1,7	9	11	2	16	19	3															5													
SP-210	EXECUTIVO	4938607	742356	PÁTIO DE ABRONAVES	25,15	0	SM	1,79																																		
SP-211	EXECUTIVO	4938495	741949	PÁTIO DE ABRONAVES	25,19	0	SM	1,96																																		
SP-212	EXECUTIVO	4938752	742034	PÁTIO DE ABRONAVES	24,08	0	SM	1,51	12	14	2																		2 ARGILA POUCO SILTOSA, ORGÂNICA, VAREGADA (CINZA ESCURA), MUITO MOLE													
SP-213	EXECUTIVO	4938498	742118	PÁTIO DE ABRONAVES	25,17	0	SM	1,86	10	13	3																		3 ARGILA POUCO SILTOSA, ORGÂNICA, VAREGADA (CINZA ESCURA), MUITO MOLE													
SP-214	EXECUTIVO	4938911	742287	PÁTIO DE ABRONAVES	23,2	0	SM	1,8																																		
SP-215	EXECUTIVO	4938538	742372	PÁTIO DE ABRONAVES	25,45	0,3	NÃO																																			
SP-301	EXECUTIVO	4937393	741608	PISTA DE TRAJAMENTO	10,22	1,03	SM	1																																		
SP-302	EXECUTIVO	4937333	741569	PISTA DE TRAJAMENTO	10,23	1,04	SM	1																																		
SP-303	EXECUTIVO	4937235	741586	PISTA DE TRAJAMENTO	12,3	1,07	NÃO		1	2	1																		1 ARGILA FINA, POUCO ARGILOSA, MARROM ESCURO, MEDIANAMENTE COMPACTA													
SP-304	EXECUTIVO	4937259	741666	PISTA DE TRAJAMENTO	12,3	1,15	NÃO																																			
SP-305	EXECUTIVO	4937191	741672	PISTA DE TRAJAMENTO	10,45	1,02	NÃO																																			
SP-306	EXECUTIVO	4937202	741727	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	1,08	NÃO																																			
SP-307	EXECUTIVO	4937137	741756	PISTA DE TRAJAMENTO	10,21	0,74	NÃO																																			
SP-308	EXECUTIVO	4937146	741827	PISTA DE TRAJAMENTO	29,3	1,08	NÃO		21	21																																
SP-309	EXECUTIVO	4937086	741915	PISTA DE TRAJAMENTO	12,3	1,04	NÃO																																			
SP-310	EXECUTIVO	4937013	741947	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	0,64	NÃO																																			
SP-311	EXECUTIVO	4937012	742032	PISTA DE TRAJAMENTO	13,3	0,45	NÃO																																			
SP-312	EXECUTIVO	4938447	742051	PISTA DE TRAJAMENTO	11,3	0,56	NÃO																																			
SP-313	EXECUTIVO	4938793	742115	PISTA DE TRAJAMENTO	12,27	0,48	NÃO																																			
SP-314	EXECUTIVO	4938897	742078	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	0	NÃO																																			
SP-315	EXECUTIVO	4938494	742135	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	0,32	NÃO																																			
SP-316	EXECUTIVO	4938495	742207	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	0,57	NÃO																																			
SP-317	EXECUTIVO	4938491	742190	PISTA DE TRAJAMENTO	11,3	0,47	NÃO																																			
SP-318	EXECUTIVO	4937038	742177	PISTA DE TRAJAMENTO	10,45	0,72	NÃO																																			
SP-319	EXECUTIVO	4938440	742220	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	0,15	NÃO																																			
SP-320	EXECUTIVO	4938387	742204	PISTA DE TRAJAMENTO	10,25	0,21	NÃO																																			
SP-321	EXECUTIVO	4938797	742270	PISTA DE TRAJAMENTO	10,45	0,54	SM	1																																		
SP-322	EXECUTIVO	4938733	742389	PISTA DE TRAJAMENTO	12,3	0,23	SM	1																						ARGILA FINA, POUCO ARGILOSA, MARROM, FOFA A POUCO COMPACTA												
SP-323	EXECUTIVO	4938744	742454	PISTA DE TRAJAMENTO	12,25	1,02	NÃO																																			
SP-324	EXECUTIVO	4938680	742473	PISTA DE TRAJAMENTO	26,3	0,7	NÃO																																			
SP-325	EXECUTIVO	4938491	742539	PISTA DE TRAJAMENTO	10,45	0,85	SM	1																																		
SP-326	EXECUTIVO	4938426	742558	PISTA DE TRAJAMENTO	10,45	0,42	SM	1																																		
SP-327	EXECUTIVO	4938428	742628	PISTA DE TRAJAMENTO	10,3	0,99	SM	1																																		
SP-328	EXECUTIVO	4938542	742691	PISTA DE TRAJAMENTO	10,45	0,35	SM	1																																		
SP-329	EXECUTIVO	493853																																								

As áreas de ocorrência de areias fofas com matéria orgânica ou argila mole na superfície estão apresentadas a seguir.



LEGENDA



ÁREA DE OCORRÊNCIA DE AREIAS FOFAS C/ MATÉRIA
ORGÂNICA OU ARGILA MOLE NA SUPERFÍCIE

7. JAZIDAS DE SOLO, SAIBRO E ROCHA

As informações sobre as jazidas de rocha e areia disponíveis na região e capacidade de exploração estão apresentadas no relatório técnico FL.19/103.73/3829/00 “Dossiê das Jazidas” elaborado pela GEPLAN.

De acordo com as informações constantes nesse relatório, a Geplan concluiu que as jazidas que possuem potencial de utilização são:

Tabela 1 – Jazidas de rocha

NOME	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE (km)
BOENG SERVIÇO DE TERRAPLENAGEM E TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGAS LTDA	33,14
CEDRO ENGENHARIA COMÉRCIO MINERAÇÃO	37,10
BRITAGEM VOGELSANGER LTDA	38,41
CONSTRUTORA SULTEPA S.A	38,71
PEDRITA PLANEJAMENTO CONSTRUTORA LTDA	42,18

**Fonte: “Dossiê de Jazidas” – FL.19/103.73/3829/00 - GEPLAN*

Tabela 2 – Jazidas de areia

NOME	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE (km)
CUBATÃO EXTRAÇÃO E COMÉRCIO DE AREIA	38,24
CONTRUTORA SULTEPA	38,71
OM JUNKES EXTRAÇÃO AREIA E TRANSPORTE LTDA	39,55
CRISTAL ENGENHARIA E GERENCIAMENTO DE OBRAS	43,29
JEAN CARLOS ZIMERMANN	44,29

**Fonte: “Dossiê de Jazidas” – FL.19/103.73/3829/00 - GEPLAN*

A GEPLAN apresentou também nesse relatório um levantamento das jazidas de solo identificadas na região. Dentre das jazidas de solo apresentadas, a INFRAERO selecionou 5 jazidas e solicitou que a ENGEVIX verificasse se as mesmas atendem os requisitos da obra. Na tabela a seguir se apresentam as jazidas indicadas pela

INFRAERO e a distância de transporte indicada no relatório FL.19/103.73/3829/00 “Dossiê das Jazidas” elaborado pela GEPLAN.

NOME	DISTÂNCIA DE TRANSPORTE * (km)
COMÉRCIO DE MINERAIS MORIÁ	27,31
TRANSPEREIRA CONSTRUÇÃO E TERRAPLENAGEM	32,83
CINÉSIA FERNANDES KUNZ - ME	33,26
CONSTRUTORA E INCORPORADORA JR LTDA	35,51
JOSÉ WILSON SOARES ME	38,95

**Fonte: A distância de transporte é aquela apresentada no Relatório “Dossiê de jazidas” da Geplan-FL. 19/103.73/3829/00.*

Para que a ENGEVIX verifique se as jazidas de solo indicadas pela INFRAERO atendem os requisitos da obra, a INFRAERO solicitou que fossem escolhidos os pontos de coleta e realizados os ensaios necessários para tal propósito. Os ensaios necessários segundo as normas de dimensionamento de pavimentos da FAA, DER e DNIT e as especificações técnicas dos materiais que podem ser utilizados para as diferentes camadas do pavimento dos mesmos órgãos são:

ENSAIO	NORMA DE REFERÊNCIA
Limites liquidez	DNER-ME 122/94,
Limite de plasticidade	DNER-ME 082/94
CBR (ISC) na energia Modificada e Expansão	DIRENG-ME 01/87
CBR (ISC) na energia Normal e Expansão	DNER-ME 049/94
Compactação - Proctor na energia Modificada	DNER-ME 129 (“Método C”)
Compactação - Proctor na energia Normal	DNER-ME 129 (“Método A”)
Granulometria (Por Peneiramento e por Sedimentação)	DNER-ME 080/94
Umidade	DNER-ME 213/94

Os locais onde foram coletadas as amostras e os resultados dos ensaios realizados estão apresentados no relatório FL.19/103.73/3794/01.

8. ESTUDOS GEOTECNICOS

Os estudos geotécnicos realizados foram os seguintes:

- análise da capacidade de suporte do subleito na região das pistas de taxiamento, pátio de estacionamento de aeronaves e estacionamento de veículos;
- cálculo dos recalques das pistas de taxiamento, pátio de estacionamento de aeronaves e estacionamento de veículos.

Todos os cálculos necessários para a definição das soluções geotécnicas estão apresentados no relatório FL.01/103.75/03479.

8.1. ANÁLISE DA CAPACIDADE DE SUPORTE DO SUBLEITO

No item 6.5 foi apresentada a área de ocorrência de areias fofas com matéria orgânica ou de argila mole na superfície. Estas camadas se apresentam com espessura de até 3 m. Para estabilização e suporte dos aterros, adotou-se a remoção total destes materiais (para espessuras de até 1,5 m de solo compressível) ou a remoção parcial com complementação via agulhamento de rachão (para espessuras de solo compressível superiores a 1,5 m). Nas regiões com previsão de uso de fundações profundas, definiu-se a substituição do solo compressível por areia.

A cava resultante da escavação será preenchida com rachão nas pistas de taxiamento, pátio de aeronaves e acesso e estacionamento de veículos e com areia na região do terminal de passageiros. Este preenchimento deverá ser executado até o nível da água.

Acima do nível da água deverá ser utilizado material de aterro selecionado. Entre o rachão e o aterro será executada uma camada de brita de aproximadamente 5 cm.

Para garantir que seja atendido o critério de filtro de Terzaghi, as curvas granulométricas da bica corrida e do rachão deverão se enquadrar nas seguintes faixas:

Quadro 1 – Faixas Granulométricas da bica corrida

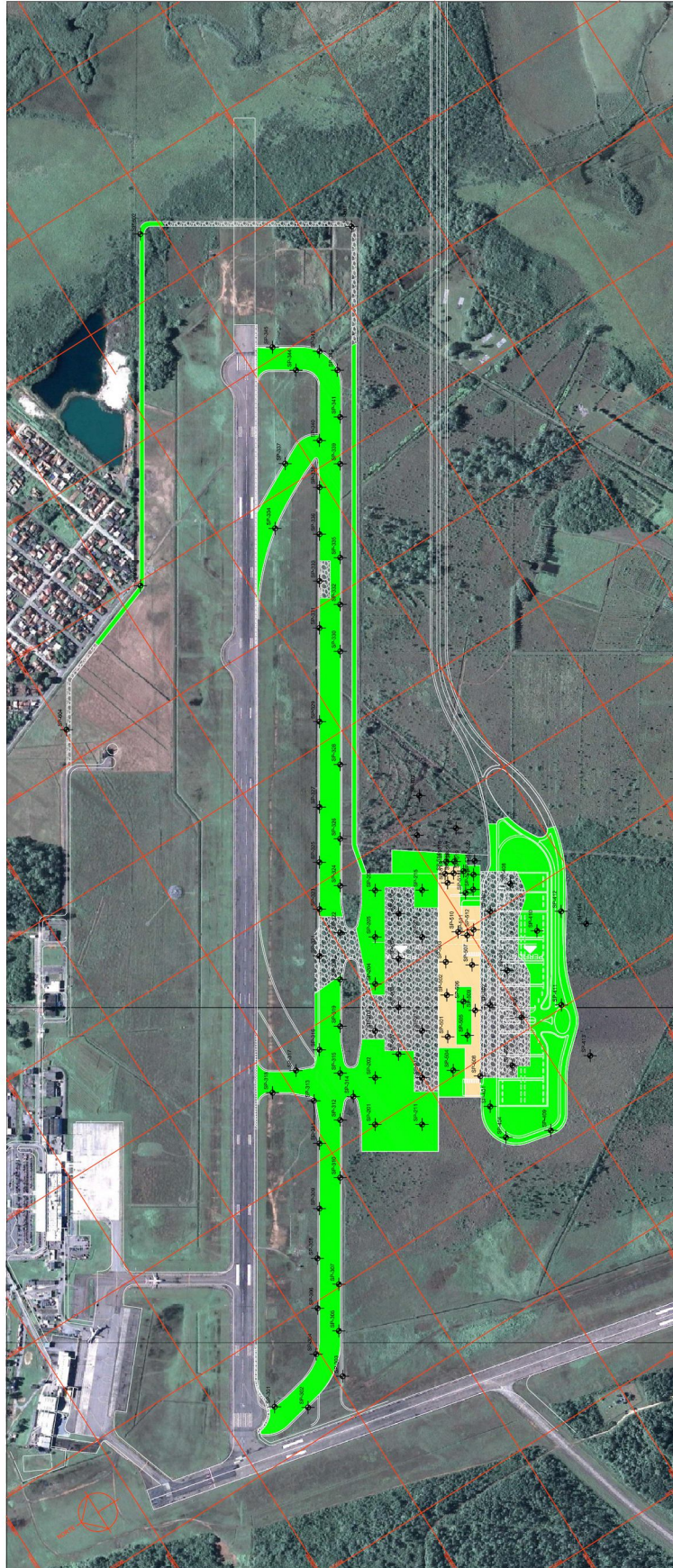
Peneira de Malha Quadrada		% em massa que passa	
ASTM	mm	A	B
3"	76,2	100	100
2 1/2"	63,5	90 - 100	-
2"	50		90 - 100
1"	25	65 - 90	70 - 100
n°4	4,8	35 - 70	-
n°10	2	-	25 - 55
n°200	0,075	0 - 20	0 - 10

Quadro 2 – Faixas Granulométricas do rachão

Peneira de Malha Quadrada		% em massa que passa
ASTM	mm	A
6"	152,4	100
4"	101,6	90 - 100
3"	76,2	65 - 80
2"	63,5	15 - 55
1"	25	65 - 90
n°4	4,8	35 - 70
n°10	2	-
n°200	0,075	0 - 20

Na especificação técnica de terraplenagem (FL.01/104.92/03531) são apresentadas as características que devem ter os materiais que serão utilizados no aterro e como substituição.

A seguir se apresentam as áreas de remoção de solo em planta e a área de limpeza.



LEGENDA

 LIMPEZA DE TERRENO

 SUBSTITUIÇÃO POR RACHÃO

 SUBSTITUIÇÃO POR AREIA

Os volumes dos materiais de substituição necessários estão apresentados no relatório FL.01/104.75/03532.

8.2. ESTUDO DOS RECALQUES

No item 6.1 foram apresentadas as áreas de ocorrência de areias fofas com matéria orgânica ou argila mole na superfície e as áreas de ocorrência de argila mole a média em profundidade (profundidades superiores a 5 m).

A camada superficial de até 3 m de espessura será totalmente tratada (através de remoção total ou parcial e agulhamento de rachão), não ocorrendo recalques por adensamento.

Nas camadas profundas de solos moles ou fofos (estratos a profundidades superiores a 5 m), verificou-se que não serão observados recalques significativos por adensamento primário. No relatório FL.01/103.75/03479 foi apresentado o cálculo da razão de sobreadensamento da camada de argila mole profunda. Como foi demonstrado, este valor, calculado considerando-se a carga de um aterro de 1,50 m de altura, foi maior do que 1,20 para todos os resultados de tensão de pré-adensamento obtidos nos ensaios de compressão edométrica realizados com as amostras indeformadas retiradas com amostrador Shelby. Portanto, os recalques que ocorrerão serão pequenos e imediatos, sendo devidos à recompressão da argila.

Os cálculos destes recalques estão apresentados na memória de cálculo FL.01/103.75/03479.

A solução de remoção está apresentada no desenho FL.01/103.01/03784.

9. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036**: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **PRO 381/98**. Projeto de aterros sobre solos moles para obras viárias. Rio de Janeiro: DNER, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA. **Especificação Técnica Geral para Projetos de Pavimentação**. Brasília: INFRAERO, 2001.

FL.01/103.73/01580/01 - Relatório técnico de Geologia/Geotecnia, 2005.

FL.01/103.21/01552/01 - **Perfis geológico-geotécnicos**, 2005.

FL.01/103.21/01611/01 - **Perfis geológico-geotécnicos**, 2005.

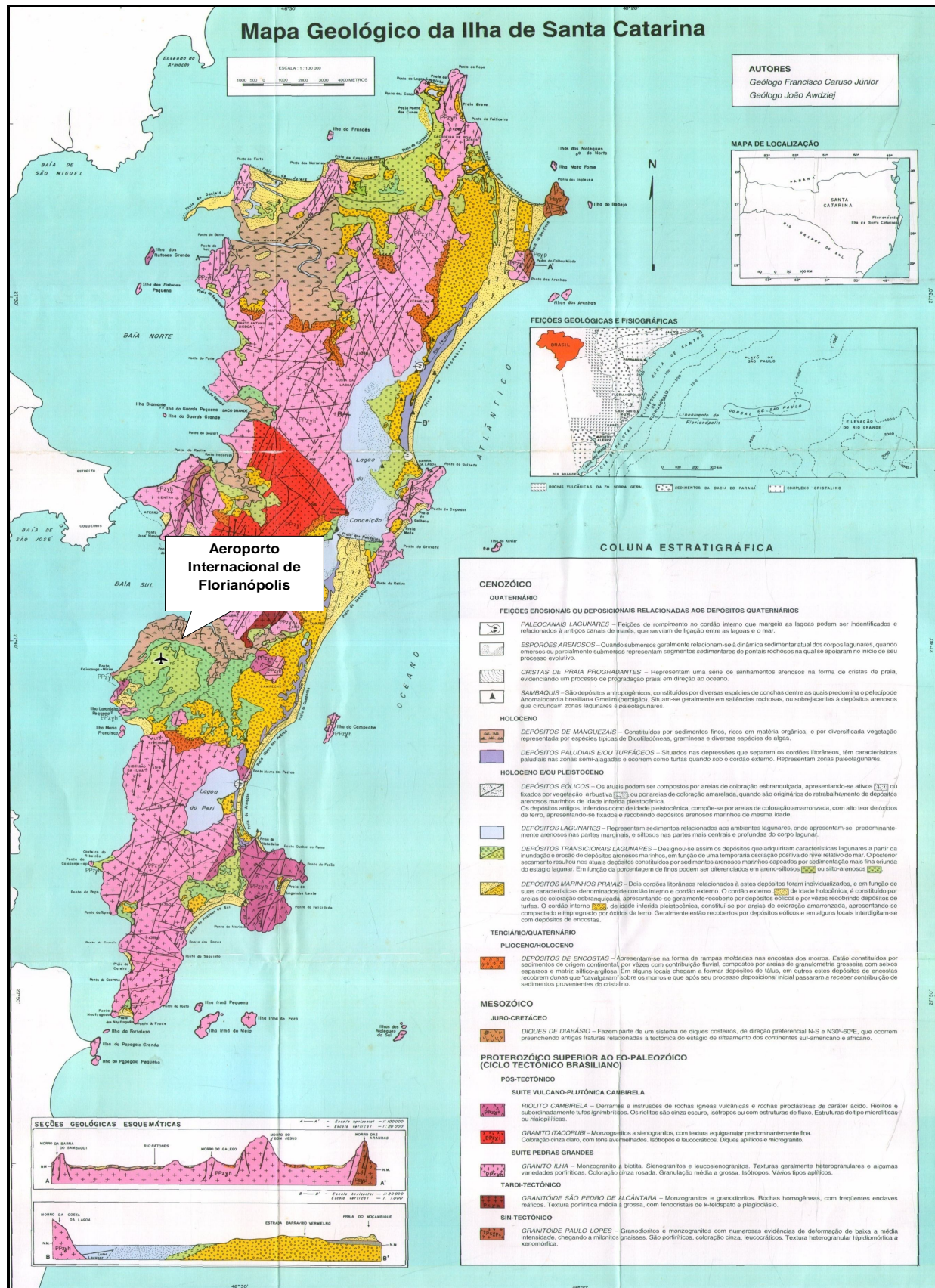
FL.01/103.05/1818/00 - Planta de Localização das Sondagens, 2005.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **NSMA 85-2**: Normas de Infraestrutura, 1971.

SOCIEDADE TÉCNICA DE ESTUDOS, PROJETOS E ASSESSORIA LTDA.
Sondagens e Ensaios laboratoriais para a ampliação do aeroporto de Florianópolis. Florianópolis: SOTEPA, 2005.

U.S.DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Airport Pavement Design and Evaluation. **Advisory Circular nº AC-150/5320-6E**. USA: FAA, 2009.

10. ANEXOS



Mapa Geológico de Florianópolis - SC.
Fonte: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Geociências - CECO - 1993.