

# MANUAL DE APOIO À PROSPEÇÃO DE SÍTIOS AEROPORTUÁRIOS REGIONAIS

Volume único

MINISTÉRIO DA  
INFRAESTRUTURA



# DIAGNÓSTICOS, ESTUDOS E PESQUISAS VISANDO INOVAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO DO SISTEMA DE AVIAÇÃO CIVIL BRASILEIRO

## MANUAL DE APOIO À PROSPECÇÃO DE SÍTIOS AEROPORTUÁRIOS REGIONAIS

Diagnósticos, estudos e pesquisas visando inovação e  
aperfeiçoamento do sistema de aviação civil brasileiro

Parceria entre Secretaria Nacional de Aviação Civil – SAC/MINFRA  
e Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA

Versão 1.0  
Julho de 2021

JULHO DE 2021

# MANUAL DE APOIO À PROSPECÇÃO DE SÍTIOS AEROPORTUÁRIOS REGIONAIS

## MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA

**Tarcísio Gomes de Freitas**  
Ministro

**Marcelo Sampaio Cunha Filho**  
Secretário Executivo

**Ronei Saggioro Glanzmann**  
Secretário Nacional de Aviação Civil

**Eduardo Henn Bernardi**  
Diretor de Investimentos

**Marcio Maffili Fernandes**  
Coordenador-Geral de Projetos Aeroportuários

## SUPERVISÃO E REVISÃO

**Marcio Maffili Fernandes**  
Coordenador-Geral de Projetos Aeroportuários

**Orlando Araújo Pudenzi**  
Coordenador

Permitida a reprodução total ou parcial desta publicação desde que citada a fonte.  
Arquivo digital disponível em: [www.gov.br/infraestrutura/pt-br](http://www.gov.br/infraestrutura/pt-br)

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

**Anderson Ribeiro Correia**  
Reitor

## COORDENADOR

**Cláudio Jorge Pinto Alves**  
Professor do Departamento de Transporte Aéreo

## ORGANIZADORES

**Carlos Müller**  
Professor Aposentado do Departamento de Transporte Aéreo

**Eduardo Moraes Arraut**  
Professor do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

**Evandro José da Silva**  
Professor do Departamento de Transporte Aéreo

**Giovanna Miceli Ronzani Borile**  
Professora do Departamento de Transporte Aéreo

**José Caleia Castro**  
Pós-Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica

**José Reinaldo dos Santos**  
Técnico Aposentado do Laboratório de Mecânica dos Solos IEI/ITA

**Marcelo Saraiva Peres**  
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica

**Marcelo Xavier Guterres**  
Professor do Departamento de Transporte Aéreo

## COLABORADORES EXTERNOS

**Alberto Barros Moraes Sayão**  
Especialista em Regulação de Aviação Civil na ANAC

## LISTA DE SÍMBOLOS

1.	ACE	Critério classificatório. Distância euclidiana (km) até rodovia pavimentada mais próxima	23.	IFR-NP	IFR de Não-Precisão
2.	AIP	Aggregação Individual de Prioridades	24.	IMP	Critério eliminatório. Outros impactos do aeroporto sobre o meio, como aqueles sobre sítios arqueológicos, por exemplo
3.	AMB	Critério eliminatório. Restrição Ambiental/Preservação de áreas: flora e fauna	25.	IncD	Fator de correção do comprimento da PPD para declividade
4.	ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil	26.	IncE	Fator de correção do comprimento da PPD para elevação
5.	ARC	<i>Aerodrome Reference Code. O mesmo que CRA</i>	27.	IncT	Fator de correção do comprimento da PPD para temperatura
6.	BDG	Banco de Dados Geográficos	28.	INF	Critério eliminatório. Relativo à área ocupada por infraestrutura existente ou planejada.
7.	CBP	Comprimento Básico de Pista. Ver RBAC 154 (ANAC, 2019)	29.	INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
8.	CGD	Centro Gerador de Demanda	30.	ISA	<i>International Standard Atmosphere</i>
9.	CBR	<i>California Bearing Ratio</i>	31.	ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
10.	Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente	32.	MESA	Metodologia de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais
11.	CRA	Código de Referência do Aeródromo	33.	MDE	Modelo Digital de Elevação. Engloba MDS e MDT
12.	DCP	<i>Dynamic Cone Penetrometer</i>	34.	MDS	Modelo Digital de Superfície
13.	DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo	35.	MDT	Modelo Digital de Terreno
14.	DIM	Critério eliminatório. Dimensionamento/Disponibilidade de áreas (inicial e expansões) que favoreça adequada orientação de pistas	36.	MET	Critério eliminatório. Meteorologia (cobertura de ventos)
15.	DIP	Critério classificatório. Disponibilidade de serviços de utilidade pública	37.	MLW	<i>Maximum Landing Weight</i>
16.	DIS	Critério classificatório. Distância do polo gerador de demanda	38.	MSL	<i>Mean Sea Level</i>
17.	EPSG	European Petroleum Survey Group – Lista Espacial de Referência	39.	MTOW	<i>Maximum Take-Off Weight. O mesmo que PMD</i>
18.	ESP	Critério eliminatório. Espaço Aéreo	40.	OBS	Critério eliminatório. Obstáculos aos planos de proteção
19.	FACLOC	Facilitador Local	41.	OEW	<i>Operational Empty Weight</i>
20.	GEO	Critério classificatório. Relativo a Geotecnia – condições do solo	42.	PAA	Parque de Abastecimento de Aeronaves
21.	Hmax_Prospecção	Altitude máxima admitida para a área de busca	43.	PAX	Passageiro(s)
22.	IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>	44.	PBZR	Plano Básico de Zoneamento de Ruído
			45.	PD	Peso de Decolagem. É menor ou igual ao PMD da aeronave
			46.	PDIR	Plano Diretor Aeroportuário
			47.	PER	Perigos na aproximação (aviário, geração de fumaça, etc.)
			48.	PEZR	Plano Específico de Zoneamento de Ruído
			49.	PMD	Peso Máximo de Decolagem

50.	PP	Peso de Pouso
51.	PPD	Pista de Pouso e Decolagem
52.	PPSit	Polígono Preliminar do Sítio a ser buscado
53.	RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
54.	RESA	<i>Runway End Safety Area</i>
55.	RUI	Critério classificatório. Número de edificações afetadas com a operação
56.	SIG	Sistemas de Informações Geográficas
57.	SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
58.	TOPAlt	Critério eliminatório. Variação altimétrica no interior da área física do sítio
59.	TOPVol	Critério classificatório. <i>Proxy</i> para o volume movimentado de terra
60.	TPS	Terminal de Passageiros
61.	TRef	Temperatura de referência: média das máximas diárias do mês mais quente do ano
62.	TReform	Temperatura de referência transformada para o nível do mar
63.	URB	Critério eliminatório. Impacto de ruído nas áreas adjacentes ao potencial sítio e o uso solo (zoneamento urbano)
64.	UTM	Universal Transversa de Mercator

## Sobre o Manual

O presente trabalho é resultado da cooperação entre a Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) do Ministério da Infraestrutura e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), que atua no desenvolvimento do projeto “Diagnósticos, estudos e pesquisas visando inovação e aperfeiçoamento do Sistema de Aviação Civil brasileiro”, nesse caso no Objeto 2 (Estudos em apoio aos investimentos em aeroportos regionais), em sua Etapa 1 – Desenvolvimento de metodologia e apoio à seleção de sítios aeroportuários.

Esta parceria prevê dois tipos de produtos: uma metodologia de apoio à prospecção de sítios aeroportuários regionais, tendo-se em vista o contexto brasileiro, e apoio na prospecção de aeroportos regionais, com aplicação da metodologia.

A metodologia surgiu da necessidade de que os processos de prospecção de aeroportos regionais possam contar com critérios padronizados de análise, que conduzam à exclusão de áreas inviáveis e à indicação das áreas mais favoráveis. Além disso, a metodologia tem por objetivo elevar a objetividade da análise de alternativas. As justificativas para a metodologia, denominada de MESA (Metodologia de Escolha de Sítios Aeroportuários) são discutidas em Alves et al. (2020).

Os custos, os benefícios e os impactos da implantação aeroportuária são muito sensíveis à localização do empreendimento, afetando todo o seu ciclo de vida. Em fases iniciais do projeto, uma localização inadequada pode acarretar dificuldades de licenciamento junto a órgãos ambientais ou de segurança da navegação, por exemplo. Na fase de implantação, as implicações mais evidentes da localização são refletidas nos custos da obra (ex.: terraplenagem) e da construção dos acessos. Na fase de operação, por sua vez, a localização afeta a acessibilidade e o relacionamento do aeroporto com seu entorno. Este manual busca equilibrar os diferentes fatores do processo de decisão, levando à identificação e à seleção das áreas mais favoráveis ao projeto aeroportuário.

As aplicações da metodologia possuem papel importante na sua concepção, validação e aprimoramento. Até o momento da elaboração deste manual (NOV/2020), haviam sido completadas três aplicações da metodologia, nos seguintes casos: Aeroporto Regional do Sudoeste Paranaense, Aeroporto de Maragogi/AL e Aeroporto de Conde/BA.

Este é um manual pioneiro na área de prospecção de sítios aeroportuários no Brasil. Encorajamos que eventuais contribuições sejam endereçadas a esta Secretaria, para que a metodologia possa ser continuamente aprimorada.

## Escopo deste Manual

Este manual apresenta padrões e recomendações que foram elaborados com base no caso dos aeroportos regionais no contexto brasileiro. Embora a definição de aeroporto regional ainda seja vaga, o artigo 2º da Resolução 470/2015 do CONAMA de 2015 (BRASIL, 2015) permite situar a escala do projeto com base na movimentação anual, que é inferior a 600.000 passageiros ao ano, ou inferior a 800.000 passageiros ao ano em aeroportos situados na Amazônia Legal.

Além da escala, assume-se que as regiões a serem servidas não possuem demanda atual ou prevista para acomodar mais de um aeroporto ou mesmo mais de uma pista de decolagem. Por exemplo, a prospecção de um segundo aeroporto para uma região metropolitana poderia trazer necessidades mais complexas do que as atendidas por este manual. Embora isso não impeça sua utilização, adaptações substanciais podem ser necessárias em regiões de densa demanda por tráfego aéreo.

É preciso ponderar ainda que a diversidade de situações encontradas no território nacional em termos da sua geografia física e humana podem exigir adaptações nos procedimentos deste manual. Além disso, a equipe de prospecção pode perceber pontos eventualmente não tratados neste manual, ou ainda, empregar métodos mais sofisticados do que aqueles elencados. Por isso, deve-se avaliar criticamente os procedimentos a cada aplicação. As alterações metodológicas, se necessárias, devem ser adequadamente registradas e justificadas. Recomenda-se que o relatório de prospecção indique em quadro-resumo as eventuais diferenças em relação aos procedimentos recomendados neste manual.

## Recursos de Trabalho

O processo de prospecção de um novo sítio aeroportuário pressupõe trabalho colaborativo de uma equipe multidisciplinar. Deve-se garantir que a equipe possua os recursos materiais e as qualificações necessárias. Em termos de hardware, computadores pessoais atuais serão suficientes para as atividades elencadas neste manual, que envolvem softwares CAD (*Computer-Aided Design*) e SIG (Sistema de Informações Geográficas), de livre escolha. Deve-se garantir, também, meios para backup e organização dos dados. Recomenda-se a utilização de ferramentas que facilitem a sistematização e a troca de arquivos digitais de trabalho, evitando-se erros e retrabalhos.

Para os trabalhos de campo, o Capítulo IV lista os materiais e os equipamentos principais necessários, no escopo desta metodologia.

Em termos de recursos humanos, deve-se formar uma equipe com responsáveis técnicos com formação de nível superior e conhecimentos e habilidades nas seguintes áreas:

- **Geoprocessamento:** Sistemas de projeção cartográfica; Dados raster e vetoriais; Operação de SIGs (Sistemas de Informações Geográficas); Análise crítica de geoinformação nas disciplinas envolvidas, entre elas: infraestrutura, hidrografia, topografia, ocupação do solo.
- **Planejamento Aeroportuário:** Plano diretor aeroportuário; Análise anemométrica; Zoneamento de ruído; Avaliação de obstáculos; Aeroporto e entorno; Localização Aeroportuária.

As análises geotécnicas exigem, além de conhecimento, equipamentos de campo e de laboratório. No entanto, estas são atividades pontuais e podem contar com a colaboração esporádica de um **especialista em geotecnia**. Desse profissional, esperam-se estas habilidades e conhecimentos: Caracterização de solos; Ensaio DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*); Geotecnia para projetos aeroportuários (desejável).

## Estrutura deste Manual

Alguns termos são convencionados para este manual. A equipe que executa o processo de prospecção é referida como *equipe de prospecção de sítios*, englobando atividades de campo e de escritório. O *demandante* é a entidade que

encomendou o estudo de prospecção, podendo ser de natureza pública ou privada, caracterizado por entidade única ou conjunto de entidades. Há também a participação do FACLOC, ou *facilitador local*. Este é essencial para apoio à equipe de prospecção, com base no seu conhecimento sobre a região de estudo. Representantes municipais e estaduais são referidos como *autoridades locais*.

O manual possui seis capítulos. O Capítulo I especifica os requisitos a serem fornecidos pelo demandante e apresenta especificações para dimensionamento da área do futuro aeroporto, assim como a delimitação da área de busca inicial. O Capítulo II especifica requisitos para a criação de um BDG (Banco de Dados Geográficos) e como a área de busca inicial deve ser reduzida, com base em critérios eliminatórios. O Capítulo III expõe como a região de busca deve ser estudada para a alocação de sítios potenciais. Neste mesmo capítulo são especificadas análises de viabilidade aplicáveis aos sítios potenciais identificados. O Capítulo IV apresenta procedimentos para o trabalho de campo. O Capítulo V detalha o tratamento dos dados para fins de ranqueamento dos sítios potenciais. Já o Capítulo VI apresenta sugestões sobre a entrega de dois produtos derivados do processo de prospecção: o relatório de prospecção e o BDG em formato digital.

Os capítulos não indicam necessariamente a ordem cronológica dos trabalhos, mas têm por objetivo facilitar a organização da equipe de prospecção. A não linearidade no processo será notada quando houver necessidade de atualização do BDG por ocorrência do trabalho de campo, embora a execução do trabalho de campo exija a preparação prévia do BDG. Além disso, o trabalho de campo pode detectar inviabilidades, exigindo revisita aos procedimentos do Capítulo II e do Capítulo III.

Este manual apresenta diversos apêndices que estendem e exemplificam as especificações, seguindo-se a lógica de cada capítulo. Além disso, são fornecidos dois aplicativos web destinados a facilitar os processos do Capítulo V.

# SUMÁRIO

LISTA DE SÍMBOLOS	4
Sobre o Manual	6
Escopo deste Manual	6
Recursos de Trabalho	6
Estrutura deste Manual	7
<b>CAPÍTULO I – REQUISITOS E CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	10
I-1. Definição dos requisitos e delimitação da área de busca	11
Apresentação do Capítulo I	11
I-1.1 Requisito 1 – Definição dos CGDs e Área Inicial de Busca	12
I-1.2 Requisito 2 – Aeronave de Projeto	13
I-1.3 Requisito 3 – % de Carga Útil e Etapa	14
I-1.4 Requisito 4 – Tipo de Aproximação	14
I-1.5 Requisito 5 – Infraestrutura Disponibilizada	14
I-2. Dimensionamento e orientação espacial do sítio	15
I-2.1 Aquisição e Tratamento de Dados Meteorológicos	15
I-2.1.1 Tratamento de Dados de Temperatura	15
I-2.1.2 Tratamento dos Dados de Altitude	16
I-2.1.3 Tratamento dos Dados de Ventos	16
I-2.2 Dimensionamento do PPSit	17
I-2.2.1 Comprimento da PPD	17
I-2.2.2 Comprimento do PPSit	17
I-2.2.3 Largura do PPSit	18
I-3. Comentários Finais do Capítulo I	19
<b>CAPÍTULO II – REDUÇÃO DA ÁREA DE BUSCA</b>	20
II-1. Elaboração de Banco de Dados	21
II-1.1 Padrões	21
II-1.1.1 Sistema de Referência	21
Apresentação do Capítulo II	21
II-1.1.2 Nomes de Arquivos	22
II-1.1.3 Estilos	22
II-1.1.4 Elementos Gráficos dos Mapas	22
II-1.2 Planos de Informação	23
II-1.3 Validação dos dados	24
II-2 Critérios Eliminatórios (Redução de área)	25
II-3. Comentários Finais do Capítulo II	26
<b>CAPÍTULO III – IDENTIFICAÇÃO DE SÍTIOS CANDIDATOS E ANÁLISES DE INVIALIDADES</b>	27
III-1. Identificação dos Sítios de Interesse	28
Apresentação do Capítulo III	28
III-1.1 Análises de Subáreas	29
III-1.2 Análise de vizinhança	30
III-2. Análise de Inviabilidades	32
III-2.1 Critério TOPAlt	32
III-2.2 Critério OBS	32
III-3. Comentários Finais do Capítulo III	33
<b>CAPÍTULO IV – TRABALHO DE CAMPO</b>	34
IV-1. Planejamento do Trabalho de Campo	35
Apresentação do Capítulo IV	35
IV-1.1 Planejamento Logístico	36
IV-1.1.1 Autorizações de entrada	37
IV-1.1.2 Revisão do planejamento logístico	38
IV-1.1.3 Acesso aos sítios	38
IV-1.1.4 Materiais e suprimentos	40
IV-1.2 Planejamento das Coletas	40
IV-1.2.1 Planejamento para validação de dados	40

# SUMÁRIO

IV-1.2.2 Planejamento para coleta de dados geotécnicos	41	CAPÍTULO VI – APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	61
IV-1.2.3 Planejamento para coleta de possíveis obstáculos	42	VI-1. Introdução	62
IV-1.2.4 Planejamento para coleta de atividades conflitantes	42	VI-2. Preparação do BDG para entrega	62
IV-1.2.5 Planejamento para coleta de pontos opcionais	43	VI-3. Relatório da Prospecção	62
IV-2 Execução do Trabalho de Campo	43	Apresentação do Capítulo VI	62
IV-2.1 Técnicas de Registro Fotográfico	44	VI-3.1 Introdução	63
IV-2.2 Técnicas de Registro de Trilha	45	VI-3.2 Requisitos e Considerações Gerais	63
IV-2.3 Tarefas da Frente 1	46	VI-3.3 Redução da Área de Busca	64
IV-2.3.1 Levantamento de atividades conflitantes	46	VI-3.4 Identificação de Sítios Candidatos e Análises de Inviabilidades	64
IV-2.3.2 Levantamento de possíveis obstáculos	47	VI-3.5 Trabalho de Campo	65
IV-2.3.3 Levantamento de outros pontos de interesse	47	VI-3.6 Priorização dos Sítios Potenciais	66
IV-2.4 Tarefas da Frente 2	47	VI-3.7 Apresentação das conclusões sobre o estudo	67
IV-2.4.1 Pontos de visita obrigatória	47	VI-4. Comentários Finais do Capítulo VI	68
IV-2.4.2 Pontos de análise geotécnica	48	APÊNDICES	69
IV-3. Comentários Finais do Capítulo IV	50	REFERÊNCIAS	99
<b>CAPÍTULO V – PRIORIZAÇÃO DE SÍTIOS CANDIDATOS</b> 51			
Apresentação do Capítulo V	52		
V-1. Etapa 1: Definição do Grupo de Especialistas e Priorização de Critérios	54		
V-1.1 Definição do Grupo de Especialistas	54		
V-1.2 Coleta de julgamentos	54		
V-2. Etapa 2: Levantamento de Métricas dos Sítios Potenciais	56		
V-2.1 Extração de métricas	56		
V-2.2 Harmonização e Normalização das Métricas	58		
V-3. Etapa 3: Processamento do Ranqueamento dos Sítios	59		
V-4. Comentários Finais do Capítulo V	60		

# CAPÍTULO I

## REQUISITOS E CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foto: AERÓDROMO DE SANTA CRUZ DO SUL (SSSC).

Créditos: Equipe ITA (2021)

# Apresentação do Capítulo I

Neste Capítulo são especificados os requisitos básicos do processo de prospecção do sítio aeroportuário regional e como a área de busca pode ser delimitada. São apresentados exemplos de como identificar os CGDs (Centros Geradores de Demanda). Especifica-se como dimensionar e orientar espacialmente a área necessária para a implantação do aeródromo.

## I-1. Definição dos requisitos e delimitação da área de busca

Para a condução do processo de escolha de um sítio aeroportuário regional é necessário que o demandante defina os objetivos que o aeroporto deverá cumprir quando estiver plenamente desenvolvido, com base em 5 requisitos. Com estas informações, a equipe de prospecção poderá dimensionar o sítio a ser buscado e orientá-lo espacialmente, conforme critérios anemométricos.

A equipe de prospecção deve fornecer suporte técnico ao demandante na discussão dos requisitos. No entanto, estudos econômicos e planejamentos externos a este manual podem ser necessários para a definição dos requisitos.

A Tabela I-1 apresenta as entradas e saídas deste Capítulo I, quando visto como um processo.

**Tabela I-1 Entradas e Saídas do processo definido no Capítulo I**

Dado	Observações	Tipo	Fonte/Destino
Requisitos	São 5 requisitos a serem definidas pelo demandante	Entrada	Definidos pelo demandante com suporte da equipe de prospecção
Dados meteorológicos e topográficos	Dados de ventos, temperatura de referência e altitude da área	Entrada	Estações meteorológicas da região de estudo. Possíveis fontes citadas nas seções seguintes
Delimitação da Área de Busca Inicial	Área de busca do novo aeroporto	Entrada	Definido pelo demandante com suporte da equipe de prospecção
Dimensionamento e Orientação espacial do sítio	Dimensionamento do sítio a ser buscado	Saída	Demais etapas da metodologia

Elaboração: Equipe ITA (2021)

A Tabela I-2 apresenta os 5 requisitos:

**Tabela I-2 Requisitos do processo de busca de novo sítio aeroportuário regional**

Requisito	Resumo	Descrição
Requisito 1	Definição dos CGDs e Área Inicial de Busca	Definição dos CGDs (Centros Geradores de Demanda) e critérios aceitáveis para acesso até o aeroporto. Regiões com maiores desafios geográficos, por exemplo, podem exigir maior distância em relação ao CGD
Requisito 2	Aeronave de Projeto	Considerar a aeronave que operará no final da ocupação a ser prevista no PDIR. Deve-se contemplar a possibilidade de que mais de uma aeronave de projeto possa ser necessária
Requisito 3	% de Carga Útil e Etapa	Informações necessárias para se estimar o peso de decolagem da aeronave. A etapa depende dos objetivos do projeto com base na rede de transporte e necessidades dos operadores (cias aéreas). Valores típicos de carga útil adotada orbitam entre 80% e 100%
Requisito 4	Tipo de aproximação	O tipo de aproximação deve ser definido com base nas condições meteorológicas da região e na disponibilidade operacional desejada, o que irá definir a instrumentação necessária
Requisito 5	Infraestrutura disponibilizada	É preciso considerar que o sítio escolhido deverá comportar a infraestrutura do aeroporto regional em um horizonte de longo prazo. Logo, deve ser capaz de atender às aeronaves, passageiros e cargas com eficiência operacional e em consonância com padrões de projeto vigentes

Elaboração: Equipe ITA (2021).

A seguir estes requisitos são discutidos em maior profundidade.

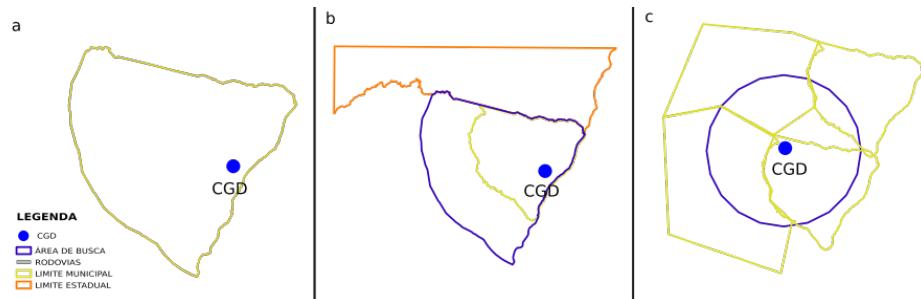
## I-1.1 Requisito 1 – Definição dos CGDs e Área Inicial de Busca

O objetivo do Requisito 1 é propiciar a definição da área inicial de busca, sem qualquer pretensão de seleção da área mais apropriada, o que será objeto das etapas posteriores da metodologia. Uma área de busca inicial muito restrita poderá resultar em processo de busca deficitário em termos de número e variabilidade de alternativas (sítios). Uma área excessivamente extensa também não é desejável, pois poderia incorrer em custos de acesso inaceitáveis (durante a operação do aeroporto) e prazos adicionais de visitação (etapa de prospecção) que devem ser evitados. Aliás, o critério para avaliação do acesso não deve ser distância pura e simples aos CGDs, mas também a topologia da rede de transporte e os obstáculos geográficos.

A definição do(s) CGD(s) requer consideração dos objetivos do projeto. Em cidades pequenas e médias, o centro da cidade, prefeitura ou igreja matriz pode ser uma proxy aceitável. Padrões mais horizontalizados de ocupação e múltiplas aglomerações urbanas podem exigir a definição de múltiplos CGDs com o custo de acesso assumindo uma forma como  $Custo_{Acesso} < \max(Custo_{Acesso\_CGD1}, Custo_{Acesso\_CGD2}, \dots)$ . Os centros geradores de demanda podem ser constituídos por residentes, indústrias, estabelecimentos turísticos e quaisquer outros entendidos como importantes produtores de viagens aéreas. Não necessariamente o CGD precisa ser pontual, especialmente em destinos turísticos em expansão. Exs.: Linha do litoral entre dois pontos; polígono de um parque.

A distância entre o local do aeroporto e o CGD tipicamente não ultrapassa a faixa de 30km (Murakami, Matsui, & Kato, 2016), mas regiões desfavoráveis podem exigir a ampliação deste limite. Devem ser evitadas áreas de fronteira internacional e estadual, pois o projeto de um novo aeroporto ultrapassa temporalmente os mandatos políticos. Além disso, complexidades jurisdicionais podem ocorrer, independentemente de boa consonância entre as administrações. As fronteiras municipais podem mais facilmente ser flexibilizadas quando o estado é ativo na condução do processo e as prefeituras atuam de forma sinérgica. A Figura I-1 ilustra três situações distintas: no tipo (a) a área de busca corresponde à área do município; no tipo (b) tem-se a área do município mais uma margem, mas faz-se restrição à área do estado; e no tipo (c) a área de busca é dada por um raio que engloba diversos municípios em um mesmo estado.

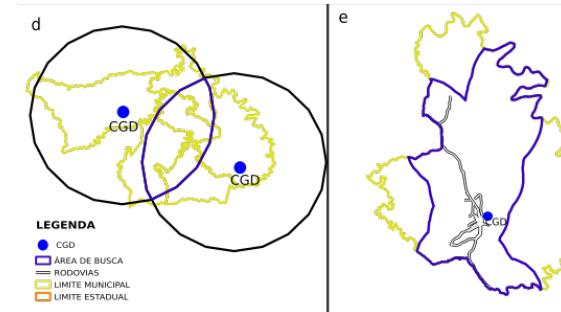
Figura I-1 Exemplos das áreas de busca tipos (a), (b) e (c)



Elaboração: Equipe ITA (2021)

A Figura I-2 apresenta um caso com dois CGDs bem definidos (tipo (d)) e um raio assumido desde cada CGD. A área de busca inicial consiste na intersecção entre estes círculos, que é a área mais favorável ao atendimento das demandas envolvidas. O tipo (e) apresenta uma área de busca que foi delimitada no interior de um município e ainda a certa distância das rodovias existentes. Dessa forma, evitam-se áreas entendidas como de acesso desfavorável.

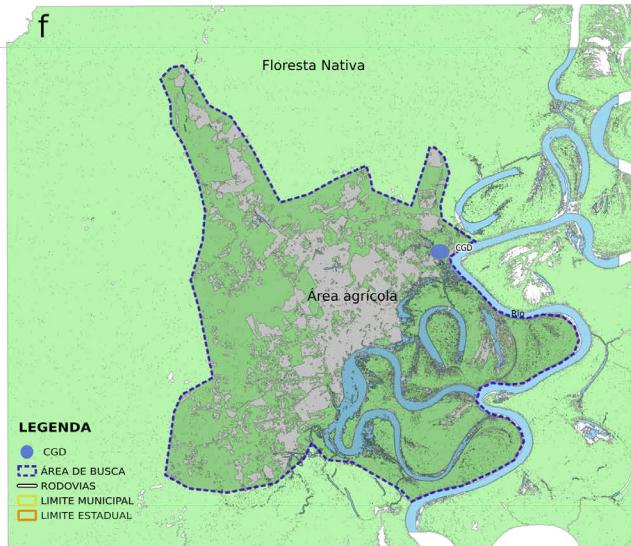
Figura I-2 Exemplos de áreas de busca tipos (d) e (e)



Elaboração: Equipe ITA (2021)

A Figura I-3 apresenta um tipo bastante particular, o tipo (f), no qual a região ocupada encontra-se limitada por floresta nativa e por rio e sua planície alagável. Por sua vez, o CGD adotado é o porto fluvial, importante nó da rede de transporte existente, favorecendo o acesso aeroportuário e a própria implantação do projeto, sem prejuízo considerável no tempo de acesso às aglomerações urbanas existentes.

**Figura I-3 Exemplos de áreas de busca tipo (f)**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

Os seis tipos apresentados são representativos de casos possíveis, mas novos tipos podem ser definidos por iniciativa do demandante e em conjunto com a equipe de prospecção. Como resultado desta seção, a Tabela I-3 deve ser preenchida por consulta e discussões com o demandante.

**Tabela I-3 Requisito 1**

Dado	Descrição
CGD(s)	ex.: Prefeitura Municipal do município X
Delimitação da Área inicial de busca	tipo (a): Área do município.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

## I-1.2 Requisito 2 – Aeronave de Projeto

A escolha da aeronave de projeto tem efeitos sobre o comprimento e a largura do sítio, em conjunto com outros fatores. Essa escolha trata da ocupação final do sítio a ser buscado, para efeito de reserva das áreas necessárias, podendo ser faseada a sua construção, conforme a demanda for se confirmado. Sabe-se que o aeroporto é indutor de desenvolvimento em seu entorno, com valorização imobiliária de sua área, sofrendo pressões para ocupação com áreas residenciais, industriais, comerciais ou mesmo órgãos públicos.

Aeródromos são classificados conforme as aeronaves que irão atender, de acordo com o Código de Referência do Aeródromo (CRA), estabelecido no RBAC 154 (ANAC, 2019). A ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) disponibiliza planilha com as classificações para diversas aeronaves. Quanto maior a letra ou o número do código, mais demandante é a infraestrutura necessária. A Tabela I-4 apresenta as aeronaves mais comuns em projetos de aeroportos regionais. Deve-se considerar o mix de aeronaves representativas, de forma que mais de uma aeronave pode ser considerada, com base nas limitações mais demandantes para diferentes aspectos, como a geometria ou mesmo resistência de pavimentos.

**Tabela I-4 Características de aeronaves comerciais selecionadas**

Modelo da aeronave	Peso de máximo de decolagem (kg)	Código de Referência	Categoria Contraincêndio	CBP * (m)	Vapp ** (nós)	E *** (m)
A319neo	75.500	3C	6	1.735	127	35,8
A320-200	77.000	4C	6	2.025	136	34,1
A320neo	79.000	3C	6	1.775	132	35,8

Modelo da aeronave	Peso de máximo de decolagem (kg)	Código de Referência	Categoria Contraincêndio	CBP * (m)	Vapp ** (nós)	E *** (m)
A321-200	93.500	4C	7	2.533	142	34,1
737-700	70.080	3C	6	1.600	130	34,3
737-800	79.016	4C	7	2.090	142	34,3
ERJ 170-100 STD	35.990	3C	6	1.439	124	26,0
ERJ 190-100 STD	47.790	3C	6	1.476	124	28,7
ERJ 190-100 LR	50.300	3C	6	1.616	124	28,7
ERJ 190-200 IGW	52.290	4C	6	1.818	128	28,7
ERJ 190-400 (E195-E2)	61.500	3C	7	1.741	133	35,1
ATR 72	21.500	3C	5	1.410	113	24,6
ATR 42-300	16.700	2C	4	1.090	99	24,6
Cessna Caravan****	3.629	1B	-	626	-	15,9

\* Comprimento básico de pista de aeronave.\*

\*\* Velocidade de aproximação (1,3 x Vs).

\*\*\* Envergadura: distância de ponta a ponta da asa.

\*\*\*\* Retirado do site do fabricante: CESSNA (2020)

Elaboração: Extraído de ANAC (2020)

### I-1.3 Requisito 3 – % de Carga Útil e Etapa

A carga útil (ou carga paga) de 100% seria a condição ideal para a não restrição às operações. Valores inferiores podem afetar a rentabilidade e a eficiência operacional, com 80% sendo um limite inferior consensual para os propósitos deste manual. Não se recomenda limitar diretamente o PD (Peso de Decolagem) e sim a carga útil, pois o primeiro depende da etapa a ser voada.

A etapa deve levar em conta as potenciais rotas. *Hubs* como os aeroportos de Guarulhos (SBGR), Viracopos (SBKP), Brasília (SBBR) e outros de importância regional devem ser considerados. Deve-se avaliar a capacidade de a aeronave perfazer a etapa desejada com a carga útil pretendida. Nesse sentido, sugere-se consultar as especificações junto ao fabricante da aeronave. Os principais fabricantes costumam emitir documentos sob títulos como *"Airport Characteristics for Airport Planning"* ou *"Airport Planning Manual – APM"*, que permitem essa avaliação.

### I-1.4 Requisito 4 – Tipo de Aproximação

É consensual que aeroportos regionais brasileiros adotem IFR de não precisão, mesmo que no primeiro momento a operação seja visual. Dessa forma, adotam-se afastamentos adequados e preserva-se o sítio para futura instrumentação. Condições meteorológicas locais, em termos de visibilidade e teto, podem exigir a adoção de categorias mais demandantes, como a CAT I, por exemplo. Deve-se levantar histórico operacional de aeródromos próximos, para tomada de decisão pela necessidade ou não de operação IFR precisão.

### I-1.5 Requisito 5 – Infraestrutura Disponibilizada

Um aeroporto é o conjunto formado por um aeródromo e as demais instalações necessárias em termos de processamento de aeronaves, passageiros e cargas. A previsão de movimentações desses três atores é essencial para que a equipe de prospecção possa elaborar uma proposta de dimensionamento preliminar do sítio.

As previsões devem considerar o desenvolvimento final (*Ultimate Development Plan*) do projeto aeroportuário. Dessa forma, a área necessária deverá ser reservada, evitando-se restrições operacionais e custos desnecessários no futuro. Deve-se também avaliar criteriosamente e sem exageros a área necessária para a implantação do aeroporto até o horizonte final de projeto. Superdimensionamento da poligonal final do aeroporto pode afetar a busca de sítios propícios e acarretar custos e impactos acima dos necessários.

Nas fases iniciais de dimensionamento do sítio adotam-se aproximações, que serão depuradas durante todo o estudo e posteriormente, conforme avançam o planejamento e os projetos. No caso de aeroportos regionais, basta que se conheça a ordem de magnitude do tráfego aéreo estimado. Por exemplo, o dimensio-

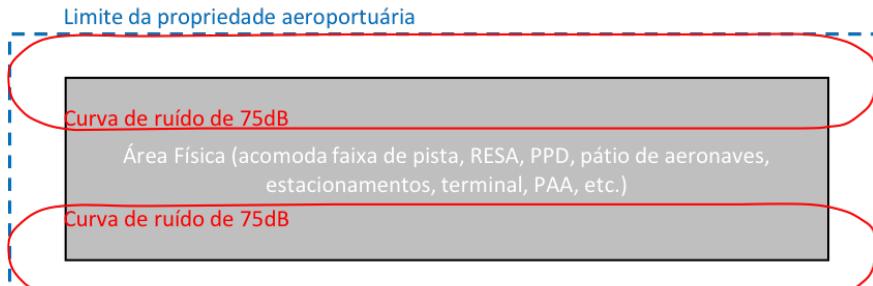
mento de um sítio com 1 ou com 10 operações horárias poderia ser idêntico para fins de prospecção. Verificar a versão mais recente do Plano Aerooviário Nacional ou documento equivalente para consideração das demandas projetadas.

Nesse sentido, cabe ao demandante avaliar a adequação da área dimensionada pela equipe de prospecção com base nas projeções de demanda e nos objetivos do projeto. Comparações com implantações aeroportuária similares, existentes ou projetadas, são uma boa prática.

## I-2. Dimensionamento e orientação espacial do sítio

Com base nos requisitos definidos pelo demandante, a equipe de prospecção estará apta a propor um Polígono Preliminar do Sítio (PPSit) a ser buscado. Tal polígono possui formato retangular, definido pela Figura I-4. O retângulo interno representa a área física destinada ao projeto. O retângulo externo representa a área a ser desapropriada de modo a garantir alguma proteção do entorno contra o ruído gerado pela operação do aeroporto (até 75 dB). O dimensionamento consiste em estabelecer o comprimento e a largura dos polígonos do PPSit. O comprimento do PPSit cresce com o comprimento da PPD. A largura dependerá dos Requisitos do projeto e de regras de projeto geométrico. A implantação aeroportuária estará, portanto, contida nos limites deste polígono no horizonte de planejamento. Para os aeroportos regionais admite-se que uma PPD será suficiente em todo horizonte de planejamento.

**Figura I-4 Polígono Preliminar do Sítio (PPSit)**



Com base nos critérios anemométricos é estabelecida a orientação da pista de pouso e decolagem. Variáveis adicionais, como por exemplo disponibilidade de áreas sem restrições, interesse do poder público em orientar a ocupação do entorno, dentre outras, conduzem à forma da poligonal a ser adotada para fins de desapropriação, após decisão final sobre a área.

Tanto o dimensionamento quanto a orientação dependem de dados meteorológicos históricos, além de estimativa da elevação em relação ao nível do mar, como discutido a seguir.

### I-2.1 Aquisição e Tratamento de Dados Meteorológicos

Deve-se avaliar a disponibilidade de dados meteorológicos o mais próximo quanto for possível da área de busca, se possível em municípios vizinhos, em diferentes condições topográficas. Estes dados devem ter resolução horária e pelo menos 5 anos de histórico. Os dados de ventos devem conter velocidade e direção para cada intervalo de tempo. Os dados de temperatura devem conter a temperatura média ou máxima de bulbo seco em cada intervalo de tempo.

A falta destas informações exigirá métodos e procedimentos que deverão ser justificados e documentados.

Destacam-se duas redes de estações no Brasil: A REDEMET (2020) e o BD-MEP (2020), ambas de acesso público e gratuito. Outros órgãos podem ser consultados, como os órgãos estaduais, universidades e empresas privadas. Empreendimentos agrícolas e na área de energia eólica podem eventualmente conter registros úteis.

#### I-2.1.1 Tratamento de Dados de Temperatura

Para cada estação deve-se calcular a temperatura de referência (Tref), definida como: a média das temperaturas máximas de cada dia do mês mais quente do ano. O mês mais quente é determinado pela temperatura média diária. Deve-se garantir que as amostras sejam representativas ao longo do dia e ao longo dos meses.

Procede-se o ajuste linear da Tref com base na altitude, estimando-se a Tref0m, ou seja, a temperatura de referência transformada para o nível do mar. Esta

reta será utilizada para estimar a Tref para efeitos de prospecção, vide exemplo a seguir.

**Exemplo:** A temperatura de referência para as estações A, B e C foi de 26,1°C, 24,8°C e 27,4°C. As respectivas altitudes das estações são: 600m, 800m e 400m.

**Solução:** A reta que melhor se ajusta é  $30 - 0,0065 \cdot h$ .  
 A Trefom adotada é de 30°C, ou seja, ISA+15°C.

Caso apenas uma estação esteja disponível, adotar um decréscimo de 0,0065°C/m de altitude.

### **I-2.1.2 Tratamento dos Dados de Altitude**

Cartas topográficas e dados satelitais podem ser empregados para estimar a máxima altitude de prospecção ( $H_{max\_prospecao}$ ) com precisão recomendada de 50m. O produto satelital TOPODATA (2012) possui abrangência nacional e pode ser utilizado para fins de estimativa da altitude da área de prospecção.

### **I-2.1.3 Tratamento dos Dados de Ventos**

Os dados de ventos devem possuir informações para pelo menos 36 setores, ou seja, a cada 10°. Deve-se garantir que as amostras sejam representativas para cada horário do dia para o período de análise.

Com base no comprimento básico de pista da aeronave (CBP) proceder a classificação da aeronave crítica quanto ao vento de través admissível. Adotar O RBAC 154 (ANAC, 2019) ou equivalente, o que na data atual levaria ao exposto na Tabela I-5. Sempre que possível, adotar o limite de 10 nós, tendo-se em vista a possibilidade de operação de aeronaves de menor porte do que a aeronave crítica.

O fator de utilização deve ser de mínimo 95%, embora o provimento de uma pista secundária deva ser considerado com cautela, devido aos custos e aos impactos.

**Tabela I-5 Componente admissível do vento de través para fins de planejamento**

CBP* (Comprimento Básico de Pista) da Aeronave crítica	Componente ortogonal admissível
CBP<1.200 m	10 nós
1.200 m<=CBP>=1.500 m	13 nós
CBP>=1.500 m	20 nós

\*CBP: significa o comprimento mínimo de pista necessário para a decolagem com peso máximo de decolagem certificado, ao nível do mar, em condições atmosféricas normais, ar parado e declividade nula de pista, conforme apresentado no manual de voo da aeronave, determinado pela autoridade de certificação ou nas informações equivalentes do fabricante da aeronave.

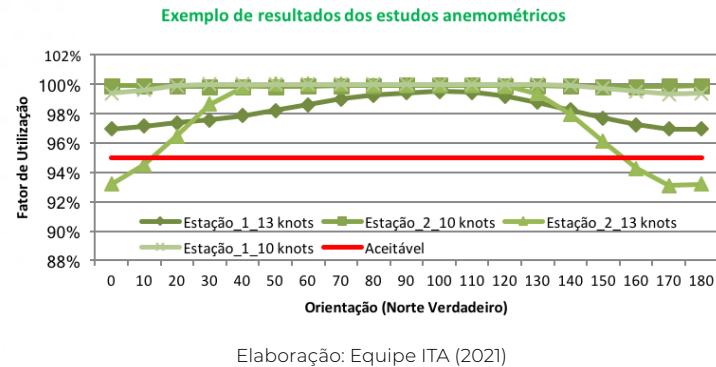
Elaboração: Extraído de ANAC (2019)

O processo de cálculo será baseado na decomposição vetorial das observações de forma manual (anemograma) ou automatizada. E para isso, deve-se:

- Simular diferentes orientações da PPD (pista de pouso e decolagem) espaçadas no máximo a cada 10°.
- Comparar o fator de utilização de acordo com os dados das diversas estações.
- Estabelecer a faixa de orientação aceitável.

A Figura I-5 apresenta um exemplo da comparação de resultados esperada. Neste exemplo, qualquer orientação entre 20° e 150° é aceitável. Desta forma, há flexibilidade nas fases seguintes do estudo, tendo-se em vista a identificação de potenciais sítios candidatos.

Figura I-5 Exemplo de comparação de resultados de estudos anemométricos



## I-2.2 Dimensionamento do PPSit

Deseja-se dimensionar dois retângulos que compõem o PPSit. O retângulo interno é dado pela soma do comprimento da PPD com as áreas de segurança de final de pista (RESA e faixa de pista) previstas nas normas vigentes. O retângulo externo ainda engloba o adicional desde os finais de pista que corresponde à curva de ruído de 75 dB. Tal curva de ruído adota a categoria mais demandante do PBZR definida no RBAC 161 (ANAC, 2013). Pressupõe-se que o aeródromo possui uma única PPD.

### I-2.2.1 Comprimento da PPD

Conforme a carga útil e a etapa, estabelecer o PD (Peso de Decolagem) aplicável. O Peso de Pouso (PP) a ser adotado deve ser o peso máximo de pouso ou, no mínimo, aquele equivalente ao % de carga paga admitida (Requisito 3).

Deve-se consultar os manuais dos fabricantes da aeronave crítica, com os pesos operacionais e outros 2 dados de entrada já tratados, como discutido anteriormente:  $Tref_{0m}$  e  $H_{max\_prospecção}$ . Um terceiro fator é a declividade efetiva da pista (quociente entre a maior diferença de cotas ao longo do eixo da PPD e seu comprimento). Tal declividade é admitida em 0,5% para efeitos deste manual.

As correções aos comprimentos do manual do fabricante devem seguir o disposto na Tabela I-6.

Tabela I-6 Correção do comprimento da PPD

Símbolo	Descrição	Valores	Aplicável a
IncE	Fator de Correção de Elevação	7% para cada 300m que $H_{max\_prospecção}$ estiver acima da elevação do ábaco (manual do fabricante)	Pouso e Decolagem
IncT	Fator de Correção de Temperatura	1% para $1^{\circ}\text{C}$ que a $Tref_{0m}$ estiver acima da temperatura padrão do ábaco consultado (ex.: ISA; ISA +15°C, ISA +20°C, etc.)	Decolagem
IncD	Fator de Correção de Declividade	5% (para fins de prospecção de sítios, conforme este manual)	Decolagem

Obs1: No pouso, considerar pista molhada. Se o ábaco empregado for para pista seca, acrescer 15% ao comprimento de pouso.

Obs2: A correção conjunta de temperatura e elevação não pode superar 35%.

Obs3: Adotar o máximo comprimento entre pouso e decolagem.

Obs4: IncE e IncT podem ser positivos ou negativos e deve-se evitar extrapolações dos ábachos.

Elaboração: Equipe ITA (2021), de acordo com ICAO (2006)

O fator total de correção para o comprimento de decolagem será de  $1 + (IncE * IncT * IncD)$ . O fator de correção de pouso será de  $1 + IncE$ . Ver o **APÊNDICE I-A** para um exemplo de cálculo do comprimento de pista.

### I-2.2.2 Comprimento do PPSit

Calculado o comprimento da pista de pouso e decolagem, pode-se calcular o comprimento do retângulo interno do PPSit, ou seja, o comprimento da área física do aeródromo ( $L_{Área\_Fís}$ ):

Para códigos 3 e 4 (ex.: A319, B737-800), IFR-NP:

$$L_{Área\_Fís} = \text{comprimento}_{PPD} + 2 \times 300\text{m} \quad (\text{eq. I-1})$$

Para códigos 1 e 2 (ex.: ATR42), IFR-NP:

$$L_{Área\_Fís} = \text{comprimento}_{PPD} + 2 \times 180\text{m} \quad (\text{eq. I-2})$$

O comprimento do retângulo externo será dado pelo alcance longitudinal da curva de ruído de 75 dB, tendo-se em vista o disposto no RBAC 161 (2013), PBZR, até 7.000 movimentos anuais.

$$L_{PPSIT} = \text{comprimento}_{PPD} + 1.420\text{m} \quad (\text{eq. I-3})$$

### I-2.2.3 Largura do PPSit

A largura do PPSit depende das instalações presentes, da aeronave crítica, dos padrões de projeto aeroportuário e de alguns requisitos de dimensionamento, como segue na Tabela I-7, voltado ao código C.

**Tabela I-7 Requisitos para largura da área – código C**

Requisito	Justificativa
Código C	ATR 42, ATR72, A319, B737-800 pertencem a esta mesma classe geométrica.
Construção de uma única PPD	Movimentação prevista e ausência de PPD secundária.
Reserva de espaço para uma pista de táxi paralela à PPD	A falta de espaço poderia impor restrições de capacidade ao sistema de pistas no futuro.
Reserva de espaço para uma pista de táxi do pátio	Para permitir ampliações no pátio ao facilitar a circulação de aeronaves.
Estacionamento ortogonal de aeronaves	Situação mais crítica para a separação TPS/PPD quando as aeronaves são manobradas com auxílio de tratores. Admite-se ainda que a PPD e o pátio são separados por pista de táxi paralela à PPD, o que elimina possíveis interferências das aeronaves estacionadas sobre o PBZPA. Admite-se uma plataforma plana para o sítio.
Largura combinada entre terminal e via de serviço adjacente de 45m	Com base em projetos existentes e na experiência da equipe ITA.

Requisito	Justificativa
Largura combinada de 47m entre o acesso e a área de estacionamento	Com base em projetos existentes e na experiência da equipe ITA.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

A dimensão mais importante a variar é largura da faixa de pista: 140m para aeronaves de códigos 1 e 2 e 280 m para as aeronaves de códigos 3 e 4.

Assim, a largura do retângulo interno do PPSit, área física, será:

Para códigos 3 e 4 (ex.: A319, B737-800), IFR-NP:

$$W_{\text{Area\_Fis}} = 500\text{m} \quad (\text{eq. I-4})$$

Para códigos 1 e 2 (ex.: ATR72), IFR-NP:

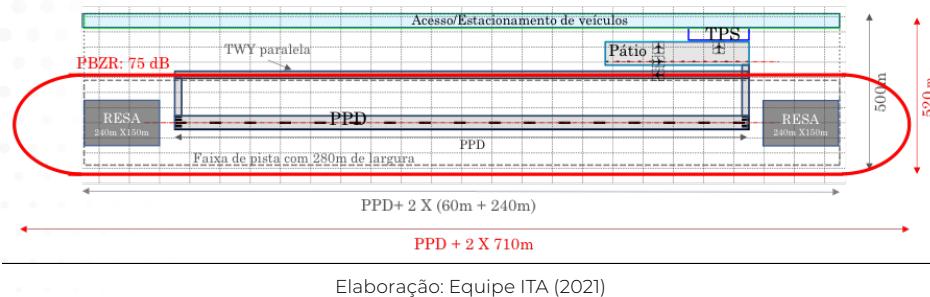
$$W_{\text{Area\_Fis}} = 360\text{m} \quad (\text{eq. I-5})$$

A largura do retângulo externo será dado pelo alcance lateral da curva de ruído de 75 dB, tendo-se em vista o disposto no RBAC 161 (ANAC, 2013).

$$W_{PPSIT} = 540\text{m} \quad (\text{eq. I-6})$$

A Figura I-6 apresenta O PPSit para um caso cuja aeronave crítica é o B737-800. Esta é a configuração de uma pista ao sul do sítio. Como a PPD poderia estar situada em cada uma das laterais, é necessário um acréscimo de largura de 20m, totalizando 540m. Por sua vez, a Figura I-7 apresenta a sobreposição deste PPSit à imagem de satélite.

**Figura I-6 Geometria de um PPSit para atender ao B737-800**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

**Figura I-7 Exemplo de PPSit para atender ao B737-800**



Elaboração: Equipe ITA (2021) sob imagem do Google Earth (2020)

### I-3. Comentários Finais do Capítulo I

Este Capítulo I estabelece os requisitos do processo de busca de sítio para a implantação de um novo aeroporto regional distinguindo o papel do demandante e da equipe de prospecção. O estabelecimento dos CGDs e a delimitação da área de busca são entendidos como um processo complexo e que necessita de métodos adicionais ao escopo deste manual.

Com as entradas definidas, a equipe de prospecção estará apta a proceder o dimensionamento e a orientação espacial do chamado PPSit (Polígono Preliminar do Sítio), cujo comprimento depende do comprimento da PPD (Pista de Pouso e Decolagem). São fornecidas instruções para o cálculo de comprimento da PPD. Os acréscimos longitudinais e as dimensões laterais do PPSit obedecem a uma série de requisitos, mas que também podem ser complementadas pelo demandante ou mesmo em função da experiência da equipe de prospecção.

Casos em dissonância com os referidos requisitos exigem revisão da geometria, devendo as alterações serem justificadas em memorial próprio.

# CAPÍTULO II

## REDUÇÃO DA ÁREA DE BUSCA

Foto: MUNICÍPIO DE MARAGOCI/AL  
Créditos: Equipe ITA (2021)

# Apresentação do Capítulo II

Neste Capítulo II constam as diretrizes para a Preparação do Banco de Dados Geográficos (BDG) voltadas à aplicação da Metodologia de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais no contexto brasileiro. O BDG dará subsídios tanto à condução do processo de prospecção de sítios, quanto à documentação do referido processo, permitindo que as decisões possam ser acompanhadas de forma objetiva por diversos *stakeholders*, incluindo-se a própria Secretaria Nacional de Aviação Civil. Além disso, este capítulo indica os critérios eliminatórios a serem adotados para redução da área de busca inicial, dado que algumas áreas não são compatíveis com a implantação de obra aeroportuária.

## II-1. Elaboração de Banco de Dados

A elaboração do BDG (Banco de Dados Geográficos) será uma das primeiras atividades a serem executadas no processo de seleção de sítios. Etapas seguintes, no entanto, poderão gerar dados de natureza geográfica a serem sistematizados no BDG.

Este documento não define um software ou solução de TI (Tecnologia da Informação). Dessa forma, caberá à Equipe de Prospecção de Sítios a tarefa de selecionar a aplicação adequada à coleta, tratamento e sistematização de arquivos digitais para dois propósitos: i) aplicação da metodologia; e ii) fornecimento de dados em mídia física ou digital a terceiros sem a imposição de uso de softwares ou soluções de TI específicas. Para atender a (ii), é importante que os dados sejam públicos ou que haja autorização para utilizá-los e distribuí-los.

A Tabela II-1 apresenta as entradas e as saídas deste Capítulo II, quando visto como um processo:

**Tabela II-1 Entradas e saídas**

Dado	Observações	Tipo	Fonte/Destino
Requisito 1: Área de busca	Delimitação de área inicial de busca.	Entrada	Capítulo I
Dados Geográficos	-	Entrada	Diversas Fontes

Dado	Observações	Tipo	Fonte/Destino
Banco de Dados Geográficos (BDG)	O BDG é uma das primeiras etapas a ser executada, mas pode sofrer aportes, conforme o projeto avança.	Entrada/Saída	Demais etapas do Manual
Inviabilidades	Áreas identificadas como incompatíveis devido a critérios eliminatórios.	Saída	Demais etapas do Manual

Elaboração: Equipe ITA (2021)

### II-1.1 Padrões

Alguns padrões são essenciais para que o trabalho desenvolvido possa ser avaliado com facilidade por agentes externos e internos.

#### II-1.1.1 Sistema de Referência

Recomenda-se adotar o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) em sua realização de 2000,4 (SIRGAS2000) conforme mostram a Figura II-1 e a Tabela II-2.

Figura II-1 Fusos da projeção UTM no Brasil.



**Tabela II-2 Grid UTM para o Brasil e código da Lista Espacial de Referências (EPSG)**

Sistemas de coordenadas geográficas	DATUM	Código EPSG
Sistemas de coordenadas planas, projecção UTM (SIRGAS 2000)	UTM zona 18S	31978
	UTM zona 19N	31973
	UTM zona 19S	31979
	UTM zona 20N	31974
	UTM zona 20S	31980
	UTM zona 21N	31975
	UTM zona 21S	31981

Sistemas de coordenadas geográficas	DATUM	Código EPSG
	UTM zona 22N	31976
	UTM zona 22S	31982
	UTM zona 23S	31983
	UTM zona 24S	31984
	UTM zona 25S	31985

Elaboração: Equipe ITA (2021)

## II-1.1.2 Nomes de Arquivos

A nomenclatura dos arquivos deve ser consistente. Ver sugestões do APÊNDICE II-C – NOMENCLATURA DE AROUÍVOS.

### II-1.1.3 Estilos

Para melhor observação das informações gráficas dos mapas confeccionados, estilos consistentes (todos os mapas sob o mesmo padrão) devem ser adotados para os dados geográficos.

#### II-1.1.4 Elementos Gráficos dos Mapas

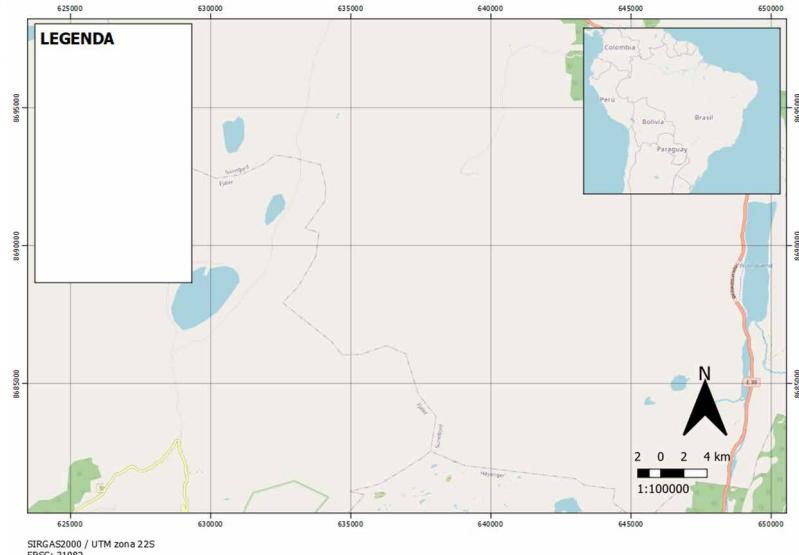
Os mapas devem conter os elementos descritos a seguir:

- 1) Graticula: linhas horizontais e verticais indicando as coordenadas geográficas do mapa;
  - 2) Rótulo da projeção: quadro indicando o sistema geográfico juntamente com o código EPSG do mapa;
  - 3) Legenda: elemento onde consta o resumo gráfico dos dados utilizados no mapa;
  - 4) Escala cartográfica: indica a relação entre dimensões reais e as apresentadas no mapa. Deve constar no mapa dois tipos, escala gráfica e escala métrica;
  - 5) Norte geográfico;

- 6) Quadro do mapa: quadro principal, indicando a informação mais importante do mapa;
- 7) Mapa de localização (opcional): elemento do mapa que indica a localização do quadro do mapa em uma região específica;

A Figura II-2 demonstra um exemplo de disposição dos elementos gráficos a serem adotados.

**Figura II-2 Elementos gráficos para confecção de um mapa**



Elaboração: Equipe ITA (2021), sob fundo do OpenStreetMap

## II-1.2 Planos de Informação

A Tabela II-3 apresenta a lista mínima dos planos de informação para confecção do BDG. A Tabela II-4 define os planos de informação complementares para a composição do BDG. Para obtenção de tais informações, deve-se recorrer ao APÊNDICE II-A – Fontes para os planos de informação, que fornece detalhes

das possíveis fontes destes dados. Caso a equipe de prospecção possua acesso a outras fontes, estas podem ser empregadas.

**Tabela II-3 Lista mínima de planos de informação a compor o BDG**

Plano de Informação	Abrangência
Limites Estaduais	Área de busca + 20km
Limites Municipais	Área de busca + 20km
Unidades de conservação – Todas	Área de busca + 20km
Área de preservação permanente (APP)	Área de busca + 20km
Reserva Legal	Área de busca + 20km
Terra indígena	Área de busca + 20km
Terra quilombola	Área de busca + 20km
Assentamentos	Área de busca + 20km
Florestas públicas	Área de busca + 20km
Sítios arqueológicos	Área de busca + 20km
Rios	Área de busca + 20km
Nascentes	Área de busca + 20km
Lagos	Área de busca + 20km
Áreas sensíveis relacionadas a aeroportos	Área de busca + 20km
Aeroportos, com seu código OACI, tipo de operação (VFR, IFR)	Área de busca + 20km
Rodovias federais	Área de busca + 20km
Rodovias estaduais	Área de busca + 20km
Rodovias municipais	Área de busca + 20km
Ferrovias	Área de busca + 20km
Dutos	Área de busca + 20km

Plano de Informação	Abrangência
Linhas de transmissão	Área de busca + 20km
Topografia	Área de busca + 20km
Aglomerações urbanas	Área de busca + 20km
Lixões, aterros sanitários e outras atividades atrativas de fauna	Área de busca + 20km
Limites das propriedades rurais	Área de busca + 20km
Linhas de distribuição de energia*	Entorno dos sítios candidatos, linha mais próxima, apenas
Torres e obstáculos artificiais*	Todos que possam constituir obstáculo aos sítios identificados
Residências*	Entorno dos sítios candidatos, no interior da curva de 65 dB apenas

\* Dados a serem obtidos durante visita de campo.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

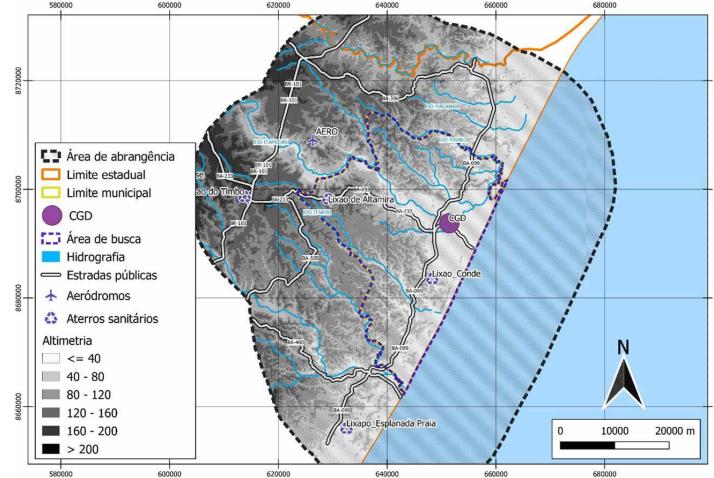
**Tabela II-4 Planos de informação complementares a compor o BDG**

Plano de Informação	Abrangência
Áreas propensas a alagamentos	Área de busca + 20km
Cobertura Vegetal	Área de busca + 20km
Mapa de solos	Área de busca + 20km

Elaboração: Equipe ITA (2021)

A Figura II-3 apresenta um exemplo da área de abrangência dos dados. Nesta figura, o limite municipal coincide com a área de busca inicial.

**Figura II-3 Exemplo de Área de Abrangência**



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

### II-1.3 Validação dos dados

Nota-se que muitos fornecedores não costumam apresentar medidas da qualidade dos dados. O trabalho de escritório deve preocupar-se com a validade dos dados, efetuando-se comparações entre planos de informação de diferentes fontes, comparações com imagens de alta resolução, entre outros métodos disponíveis.

Em campo, será possível coletar amostras e assim, validar os dados, principalmente os mais sensíveis, ou seja, aqueles que podem afetar a viabilidade ou a favorabilidade de um sítio potencial. Nesse sentido, deve-se especificar quais dados precisarão ser conferidos em campo, estando ou não na proximidade dos sítios potenciais a serem visitados.

## II-2 Critérios Eliminatórios (Redução de área)

A área inicial de busca será reduzida com base em critérios eliminatórios, evitando-se áreas inadequadas à implantação aeroportuária. Os seguintes critérios são utilizados para definir áreas inviáveis:

- 1) ESP: diz respeito ao espaço aéreo. O critério ESP elimina áreas sob influência de aeroportos de mesmo porte ou superior, considerando-se tipo de operação (VFR, IFR-NP, etc.) e código de referência (ex.: 3-C).
- 2) AMB: refere-se à eliminação das áreas de preservação permanente, reservas ambientais, áreas de água (ex: rios e lagos), restrições de fauna e flora que afetam o processo de licenciamento ambiental do projeto, podendo aumentar sua complexidade ou inviabilizá-lo.
- 3) IMP: devem ser consideradas as questões, como por exemplo, relacionadas à qualidade do ar e preservação ambiental e de patrimônio histórico e/ou cultural.
- 4) INF: devem ser consideradas áreas já ocupadas ou com ocupação planejada por outros projetos de infraestrutura (e suas faixas de domínio), como rodovias, ferrovias, linhas de transmissão, gasodutos, parques eólicos e afins.
- 5) PER: devem ser evitadas áreas próximas às rotas de migração de aves, bem como as implantações que possam atrair pássaros ou gerar fumaça e/ou turbulência. Lixões e aterros sanitários são exemplos desse tipo de perigo.
- 6) URB: dizem respeito ao impacto da construção e da operação do aeródromo nas áreas urbanas adjacentes. Adota-se uma separação mínima entre os sítios e a mancha urbana. Considerar as restrições presentes nos planos de zoneamento municipais (Plano Diretor da Cidade).

A consideração destas inviabilidades exige que o BDG esteja completo em relação aos dados relacionados aos critérios eliminatórios acima mencionados. O APÊNDICE II-B – MÉTRICAS DOS CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS deve ser consultado para verificação das regras a serem seguidas no processamento dos critérios eliminatórios.

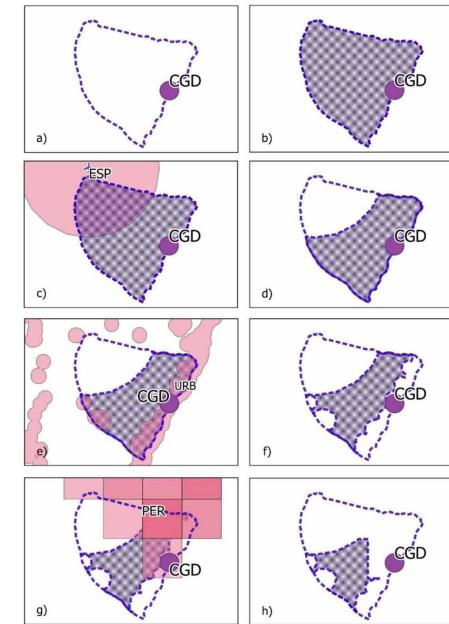
Eventualmente, algum critério eliminatório utilizado pode vir a ser descartado em etapa posterior. Por exemplo, no caso de haver compromisso da prefeitura ou estado de eliminar lixão ou outro impedimento. Outro exemplo de critério eliminatório passível de intervenção: ESP (espaço aéreo), com adoção de planos específicos de proteção ao espaço aéreo.

Alterações nos critérios eliminatórios devem ser devidamente justificadas e documentadas. Casos excepcionais incluem situações em que a área de busca é excessivamente restritiva. Assim, custos, riscos e dificuldades maiores à implantação do projeto são assumidos.

Na hipótese de existirem dados e razões para a eliminação de áreas adicionais, justificar e anexar ao memorial.

A Figura II-4 demonstra o processo de redução da área inicial de busca, com base na avaliação sequencial de 3 critérios eliminatórios – ESP, URB e PER. No quadro (h) da figura pode ser vista a área viável (Região de Busca) a ser empregada posteriormente para a identificação de sítios (Capítulo III). Ressalta-se que as áreas eliminadas devem ser mantidas no BDG e devidamente identificadas, para que se mantenham os registros da razão da eliminação das áreas.

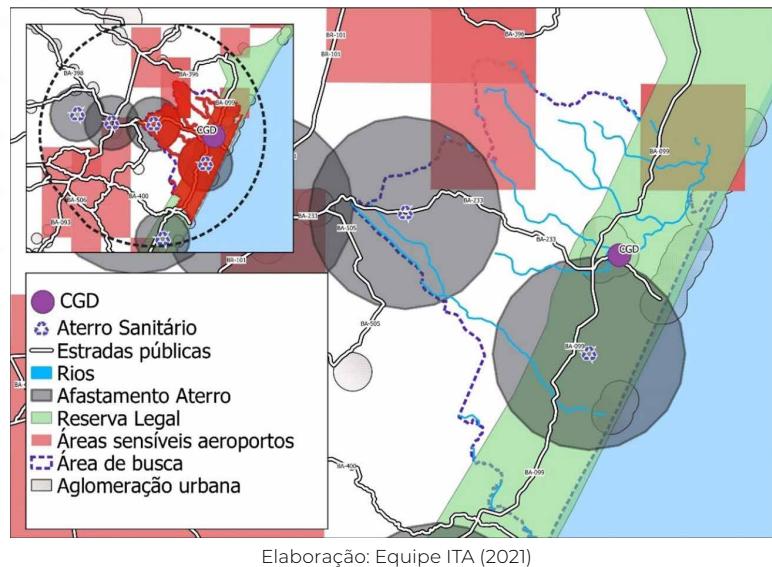
**Figura II-4 Exemplificação da eliminação de áreas**



● CGD    ▨ Área de busca    ▨ Área prospecção    ■ Eliminação área

Elaboração: Equipe ITA (2021)

Figura II-5 Exemplo de exclusão de área pelos critérios eliminatórios



### II-3. Comentários Finais do Capítulo II

Este Capítulo II do manual de apoio à prospecção de sítios aeroportuários regionais refere-se à elaboração do BDG (Banco de Dados Geográficos) e à redução da área inicial de busca.

Em relação à elaboração do BDG, são estabelecidos os planos de informação obrigatórios, além de possíveis fontes para obtenção dos dados. Planos de informação adicionais podem ser utilizados, assim como fontes não listadas. São fornecidas também informações sobre a padronização das informações.

Em relação à Redução da Área Inicial de Busca, a metodologia estabelece um conjunto de critérios eliminatórios, o que permite em trabalho de escritório a identificação de áreas incompatíveis com o projeto do novo aeródromo.

A equipe de prospecção, caso considere necessário divergir das orientações aqui apresentadas, deverá apresentar justificativas e registrá-las em memorial.

# CAPÍTULO III

IDENTIFICAÇÃO DE SÍTIOS CANDIDATOS E  
ANÁLISES DE INVIALIDADES

# Apresentação do Capítulo III

Neste Capítulo III especifica-se como os sítios candidatos serão identificados na região de busca considerada viável. Identificados os sítios, aplicam-se análises de viabilidade quanto à altimetria e aos obstáculos. Além de diretrizes para estas análises, o Capítulo III apresenta boas práticas que devem ser seguidas para redução dos impactos ambientais e sociais do futuro aeródromo.

## III-1. Identificação dos Sítios de Interesse

Os procedimentos definidos nos Capítulos I e II geram as entradas para a execução dos procedimentos deste Capítulo III, conforme detalha a Tabela III-1. A execução dos procedimentos deste Capítulo III permitirá a identificação dos sítios potenciais:

**Tabela III-1 Entradas e Saídas dos processos definidos no Capítulo III**

Dado	Observações	Tipo	Fonte/Destino
Dimensionamento do PPSit	Refere-se às dimensões da área a ser buscada	Entrada	Procedimentos do Capítulo I
Orientação espacial do PPSit	Refere-se à análise anemométrica	Entrada	Procedimentos do Capítulo I
Área de busca inicial	Refere-se à área de busca inicial, ou seja, contendo áreas viáveis e inviáveis.	Entrada	Procedimentos do Capítulo I
Planos de Informação	Refere-se ao Banco de Dados Geográficos (BDG), que contém informações previamente sistematizadas	Entrada	Procedimentos do Capítulo II
Áreas inviáveis	Refere-se às áreas que foram identificadas como incompatíveis diante dos critérios eliminatórios	Entrada	Procedimentos do Capítulo II
Conjunto de sítios potenciais	Estes serão avaliados em campo	Saída	Capítulo IV

Elaboração: Equipe ITA (2021)

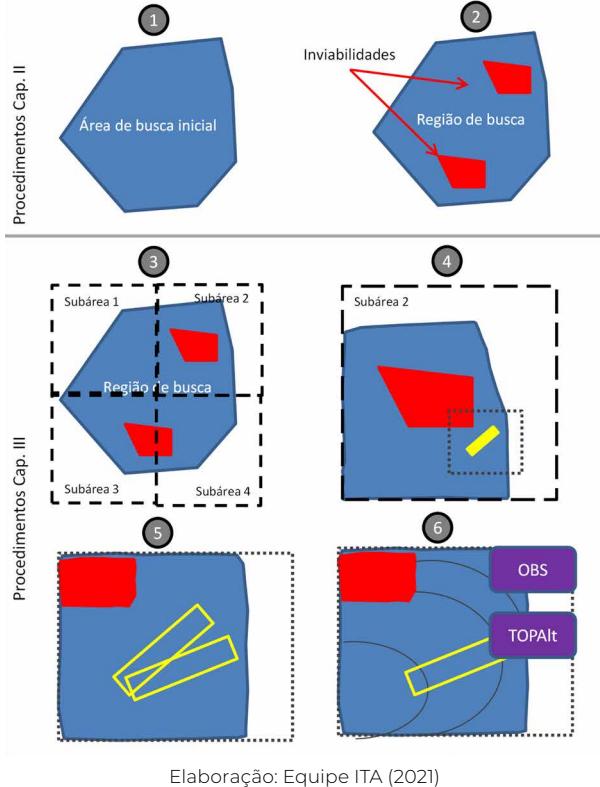
A sistemática de identificação de sítios e análise de inviabilidades segue o esquema da Figura III-1 e cada quadrante do esquema representa um determinado procedimento. Os detalhes de cada etapa são discutidos nas seções seguintes, sendo:

- 1) Apresenta a área de busca inicial como ponto de partida.
- 2) A subtração das áreas inviáveis a partir da área de busca inicial produzirá a chamada Região de Busca.
- 3) A sobreposição de diversas camadas de informação em um único mapa permitirá identificar os sítios potenciais, evitando-se regiões inviáveis. Para tanto, a região de busca será dividida em subáreas.
- 4) Em cada subárea será considerada a possibilidade de alocação de sítios.
- 5) Os sítios identificados serão melhorados para redução de impactos e custos.
- 6) A avaliação da inviabilidade dependerá da exata posição do sítio (ver seção III-2).

Recomenda-se distribuir os sítios pela totalidade das subáreas, com ao menos 10 sítios potenciais considerados viáveis na região de busca, quando possível.

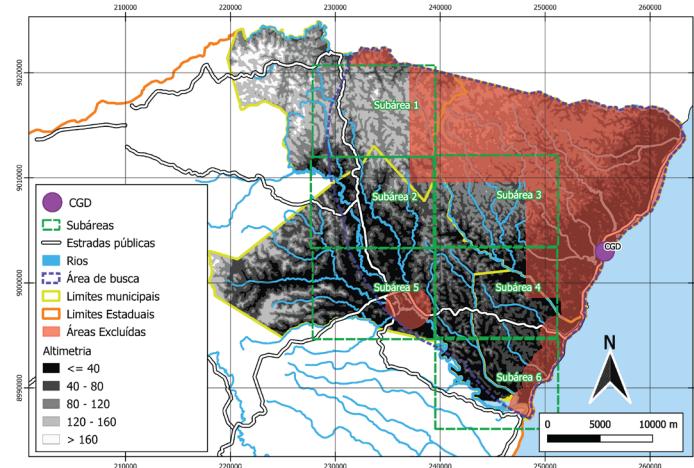
As análises definidas no quadro (4) da Figura III-1 são chamadas de Análises de subárea e são detalhadas na seção III-1.1. Já análises definidas no quadro (5) são chamadas de Análises de vizinhança e são definidas na seção III-1.2. As análises de inviabilidades (quadro 6), por sua vez, constam na seção III-2.

**Figura III-1 Sistemática de identificação de sítios**



exatamente na mesma escala e nem cobrir distâncias idênticas, podendo abranger localidades, distritos e outras divisões da área de busca.

**Figura III-2 Divisão da região de busca em subáreas**



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

Cada mapa da subárea deverá apresentar os seguintes planos de informação: topografia (hipsometria, a cada 20m), hidrografia, infraestrutura, limites políticos, delimitação da região de busca e vegetação nativa (áreas inferiores a 100 hectares não precisam ser representadas), além das áreas inviáveis identificadas conforme os critérios eliminatórios definidos no Capítulo II.

Com base no mapa, serão realizadas tentativas de inserção do PPSit (curva de 75 dB), obedecido o envelope de orientação dos ventos (ver Capítulo I). Recomenda-se que sejam adotadas as áreas mais planas e elevadas, o que tende a reduzir conflitos com obstáculos, além de reduzir a movimentação de terra necessária. No entanto, dependendo das características da subárea, nem sempre será possível a alocação dos sítios nestas áreas de topografia mais favorável.

Evitar áreas vizinhas a cursos de água, sempre que possível. Evitar que os sítios interceptem fronteiras e que excedam aos limites da região de busca.

### III-1.1 Análises de Subáreas

A região de busca será dividida em subáreas para que, em escala adequada, as localidades mais favoráveis sejam encontradas, de forma que toda a região de busca seja analisada. As sobreposições das subáreas podem ser necessárias para melhor análise de regiões, conforme esquematiza a Figura III-2. Recomenda-se para o mapa de cada subárea uma escala entre 1:100.000 e 1:50.000, o que permite estimar quantos mapas serão necessários. As subáreas não precisam constar

Áreas inviáveis devem ser evitadas, embora algumas exceções possam ocorrer, caso seja difícil a identificação na subárea de sítios que satisfaçam a todos os critérios de busca:

- Uma APP pode ser impactada, desde que a extensão seja pequena (em relação à área do sítio) e que não esteja associada a um curso de água permanente;
- O buffer de 2 km da mancha urbana pode ser flexibilizado se não for possível encontrar áreas adequadas à implantação aeroportuária fora de tal área.

Áreas de mata nativa, mesmo que não constem como áreas inviáveis, também devem ser evitadas sempre que possível.

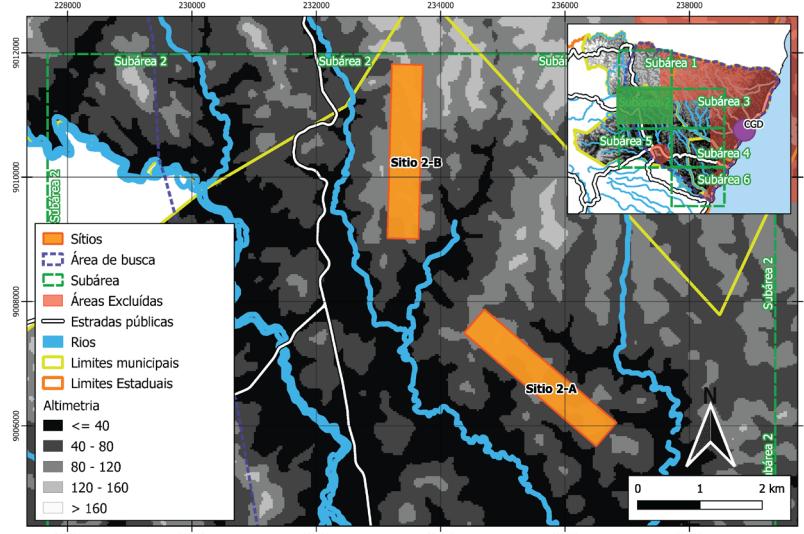
Deve-se observar a infraestrutura disponível ou planejada, assim, como os possíveis CGDs, buscando-se posicionar os sítios de maneira favorável.

Nesta fase deve-se manter todos os sítios potenciais viáveis e deixar a decisão de eliminação e ranqueamento às fases posteriores. Documentar todos os sítios estudados, inclusive as opções descartadas e a razão.

A Figura III-3 mostra um exemplo da identificação de sítios potenciais pela análise de uma subárea. Observa-se que eles estão nas regiões mais elevadas e planas, próximas às rodovias, sem conflitos com os limites municipais ou cursos de água.

Nota-se, no entanto, que a região estudada possui uma geografia desafiadora, podendo exigir a construção de pontes para os acessos. Tal característica deverá ser avaliada nas etapas posteriores da metodologia.

**Figura III-3 Exemplo de análise de uma subárea**



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

Uma subárea pode conter vários sítios potenciais, um ou nenhum, a depender das suas características. Como a escala da subárea não permite a análise de todos os planos de informação necessários, será preciso realizar a etapa de análise de vizinhança.

### III-1.2 Análise de vizinhança

Para esta etapa, parte-se de um sítio pré-selecionado na análise da subárea e elabora-se um mapa em escala recomendada entre 1:10.000 e 1:30.000, com os seguintes planos de informação:

- Cobertura vegetal;
- Hidrografia (cursos perenes e não perenes);
- Curvas de nível (10m);
- Estradas públicas e demais infraestruturas existentes ou planejadas;
- Áreas consideradas inviáveis, conforme procedimentos do Capítulo II (ex.: APPs);
- Residências (desejável);
- Limites de propriedades rurais (desejável);

Identifica-se a melhor posição para cada sítio, levando-se em consideração o envelope de orientação (análise anemométrica), as dimensões do sítio (curva de 75 dB) e evitando-se áreas inviáveis (conforme critérios eliminatórios). A análise de vizinhança pode tanto refinar o posicionamento de um sítio, quanto gerar uma nova alternativa.

Nesta fase, o posicionamento do sítio deve procurar reduzir impactos e custos do projeto, a citar:

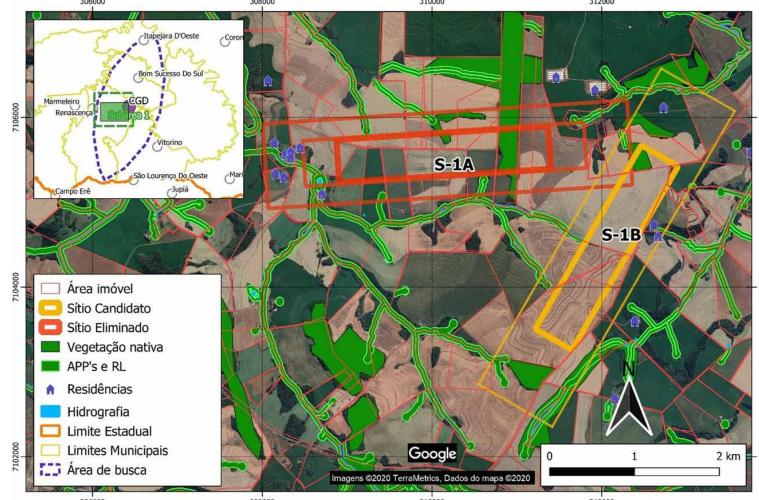
- A) Redução do uso de áreas com vegetação nativa;
- B) Redução do número de propriedades impactadas (a desapropriação obedece à curva de 75 dB do PPSit – ver Capítulo I);
- C) Redução do número de residências impactadas (considerar curva de 65 dB do PBZR (ANAC,2013 -RBAC 161) para 7.000 movimentos anuais);
- D) Redução dos volumes de corte e aterro (área física do PPSit – ver Capítulo I);
- E) Facilitação da drenagem;
- F) Facilitação da construção dos acessos;
- G) Atendimento ao PBZPA Preliminar, evitando-se orientações que levem à existência de obstáculos nos prolongamentos do eixo da PPD;
- H) Redução do sobrevoo de áreas com usos incompatíveis (ex.: áreas populosas);
- I) Facilitação da expansão e da construção de instalações acessórias, como acessos e desenvolvimentos induzidos pelo aeródromo;
- J) Outros.

Cada uma das análises exigirá métodos adequados, que deverão ser descritos em memorial próprio. Tanto as alternativas aceitas quanto as descartadas deverão ser documentadas, de forma que fique claro que a melhor alternativa foi selecionada.

Cada sítio potencial deverá ser nomeado sob o padrão 'S-X-Y', onde X é a numeração para a subárea e Y é uma letra que identifica o sítio. Exemplo 1: o sítio S-1-A e o sítio S-2-A pertencem respectivamente às subáreas 1 e 2. Exemplo 2: o sítio S-3-A e o sítio S-3-B pertencem à mesma subárea.

Na Figura III-4 mostra-se um exemplo de análise de vizinhança. O sítio S-1-A foi substituído pelo sítio S-1-B, que foi identificado somente na fase de análise de vizinhança. O sítio S-1-B é mais vantajoso em termos de impacto na vegetação nativa e no número de residências impactadas. Caso o número de sítios identificados seja suficiente, a eliminação de S-1-A seria adequada, para permitir a investigação de opções melhores. Caso, no entanto, a identificação de sítios na região de busca fosse mais difícil, a opção S-1-A deveria ser mantida. A análise de vizinhança exige ainda a consideração altimétrica, não representada na Figura III-4. Pode ser interessante distribuir as informações em mais de um mapa para melhor visualização.

**Figura III-4 Exemplo de análise de vizinhança**



Elaboração: Equipe ITA (2021)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sobre imagem Google Satellite. Acesso em 11/NOV/2020. 310.000, 7.104.000, 22S. UTM Srgas 2000.

Identificado cada sítio potencial, este deve ser avaliado quanto a um conjunto de inviabilidades que exigem o conhecimento da posição exata do sítio, como discutido a seguir.

### **III-2. Análise de Inviabilidades**

No Capítulo II são detalhados critérios eliminatórios, que permitem que a área de busca inicial seja transformada em uma região de busca na qual as áreas inviáveis foram removidas. Após a identificação dos sítios potenciais, no entanto, novas inviabilidades poderão ser percebidas, devendo-se avaliar dois critérios: TOPAlt e OBS, conforme as definições a seguir:

- TOPAlt: Será necessário identificar os pontos máximos e mínimos do sítio (área física) em relação à altimetria, calculando-se a diferença de cota ( $\Delta H$ ). Serão eliminados os sítios potenciais que excedam ao limite de diferença de cota ( $X$ ) estabelecido ( $\Delta H > X$ ).
- OBS: Refere-se à obstrução do espaço aéreo por objetos naturais ou artificiais. Deve-se considerar: tipo de operação e categoria do aeroporto. Necessário observar as rampas livres de obstáculos definidas na ICA 11-408 (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020). Deve ser considerada a natureza do obstáculo, pois aqueles de fácil remoção não são impeditivos para a implantação do aeródromo. Por exemplo, terreno na área patrimonial do aeródromo pode ser removido, a depender do volume de movimentação, já o terreno em áreas externas ao sítio pode ser de difícil remoção.

Eventualmente, outros critérios eliminatórios poderiam ser utilizados pela equipe de prospecção em trabalho de escritório, desde que devidamente justificados e documentados em memorial.

#### **III-2.1 Critério TOPAlt**

Deve-se empregar os dados altimétricos do produto TOPODATA (2012) ou levantamento de qualidade superior e calcular os valores mínimos e máximos do terreno no interior do PPSit (Área física). A diferença de cota,  $\Delta H$ , será comparada a um limite  $X$  estabelecido para a região de busca.

Recomenda-se  $X=20m$  para regiões consideradas planas e  $X=40m$  para regiões consideradas de topografia ondulada, mas cabe à equipe de prospecção estabelecer o limite (empregar incrementos de 10m). Um limite  $X$  muito rigoroso levará à dificuldade de aceitação de sítios potenciais. Um limite muito brando poderá levar a proibitivos custos de terraplenagem.

Uma das formas de se calibrar  $X$  é testar a sensibilidade quanto à rejeição dos sítios potenciais. Por exemplo, se  $X=20m$  leva à rejeição de todos os sítios potenciais identificados, então deveria ser considerada a adoção de  $X=30m$  e assim, acréscimos progressivos a  $X$ , conforme identificação de quantidade suficiente de áreas.

Cada sítio analisado (viável ou não) deve ser representado em mapa com curvas de nível de 10m (diferença de cota). Estas curvas podem ser empregadas para avaliação de  $\Delta H$ . Ou ainda,  $\Delta H$  pode ser obtido diretamente com o uso de um software SIG (Sistema de Informações Geográficas).

#### **III-2.2 Critério OBS**

Considera-se o PBZPA (Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo) definido na ICA 11-408 (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020), cujos padrões dependem da aeronave crítica e do tipo da operação (VFR, IFR-NP, etc.). O PBZPA consiste em um conjunto de superfícies 3D que se elevam no espaço aéreo a partir da PPD (Pista de Pouso e Decolagem) ou conjunto de PPDs.

A construção do PBZPA requer dados altimétricos precisos para as cabeceiras e outros pontos de referência do aeródromo. Tais informações só serão conhecidas com precisão em etapas posteriores do projeto do novo aeródromo, mediante projeto de engenharia. Por esta razão, simplificações são necessárias na etapa de escolha de sítio: a elevação de referência da qual partem as superfícies imaginárias será dada pela elevação média do terreno (considerar a porção da Área física do PPSit que abrigará a faixa de pista). As simplificações do PBZPA permitem cunhar o termo PBZPA Preliminar no âmbito deste manual.

Será necessário construir o PBZPA Preliminar para cada pista potencial (duas por sítio, sendo uma em cada lateral do PPSit), o que pode ser atingido com softwares específicos ou aplicativos CAD (Computer Aided Design) e SIG (Sistema de Informações Geográficas). Será necessário confrontar a geometria do PBZPA Preliminar com o MDS (Modelo Digital de Superfície). Para a construção do MDS, empregar os dados altimétricos do produto TOPODATA (2012) ou levantamento de qualidade superior. Além do MDS, que representa o dossel da paisagem, ob-

jetos pontuais (considerados irremovíveis) como torres, prédios e antenas podem ser considerados, se tal tipo de dado estiver disponível.

Para as seguintes superfícies (se aplicáveis), não pode haver obstruções: superfície de aproximação, superfície de aproximação interna, superfície de decolagem, superfície de pouso interrompido, superfície de transição e superfície de transição interna. As exceções seriam:

- os obstáculos removíveis em qualquer ponto;
- as violações na área patrimonial (considerar o interior do PPSit – curva de 75 dB), desde que se considere que seria viável neutralizar as obstruções na área patrimonial por terraplenagem ou remoção.

As violações nas demais superfícies devem ser documentadas.

O APÊNDICE III-A – EXEMPLO DE AVALIAÇÃO DE OBSTÁCULOS apresenta um exemplo de análise do critério OBS empregando-se ferramenta automatizada.

### **III-3. Comentários Finais do Capítulo III**

Os procedimentos estabelecidos e apresentados neste Capítulo III permitem a identificação de um grupo de sítios potenciais a ser visitado em campo, conforme apresenta o Capítulo IV. Com o trabalho de escritório estabelecido neste manual, reduzem-se as chances de que sítios inviáveis ou desfavoráveis sejam selecionados.

Dessa forma, os recursos empregados no processo de prospecção podem ser otimizados, aumentando-se as chances de que as melhores localidades sejam estudadas em profundidade.

Ressalta-se que o trabalho de campo poderá descobrir inviabilidades adicionais e, além disso, até mesmo identificar informações desatualizadas ou equivocadas das bases utilizadas, ou mesmo sugerir novos sítios candidatos, exigindo-se assim uma possível nova rodada nos procedimentos do Capítulo III.

# CAPÍTULO IV

## TRABALHO DE CAMPO

Foto: SUDOESTE DO ESTADO DO PARANÁ.  
Créditos: Equipe ITA (2021)

# Apresentação do Capítulo IV

O trabalho de escritório possui limitações importantes, que decorrem das informações e dados disponíveis, em termos de confiabilidade e detalhamento. Por esta razão, o trabalho de campo tem tanto o propósito de validar informações, quanto levantar informações novas.

Dadas as limitações em termos de recursos disponíveis, é essencial um planejamento detalhado das atividades de campo, que incluem os sítios potenciais, suas imediações e pontos de interesse na região sob estudo. Este Capítulo IV apresenta instruções que contribuem para um trabalho de campo focado e eficiente.

Muitas das imagens apresentadas neste Capítulo foram obtidas em campo, mas são ilustrativas e não devem ser entendidas como um retrato fiel da realidade, pois foram adaptadas para fins didáticos.

Algumas tarefas podem ser facilitadas pelo uso de equipamentos e aplicativos que são sugeridos ao longo do texto. Enfatiza-se que nenhum deles é obrigatório e caberá à equipe de prospecção avaliar se há alternativas superiores e mais adequadas à sua rotina de trabalho.

O trabalho de campo exige que os procedimentos dos Capítulos I, II e III tenham sido cumpridos e exige também adequado planejamento, detalhado neste Capítulo. A Tabela IV-1 apresenta as entradas e saídas deste Capítulo IV, que trata do trabalho de campo, quando visto como um processo:

**Tabela IV-1 Entradas e saídas**

Dado(s)	Observações	Tipo	Fonte/Destino
Sítios candidatos	Com as respectivas localizações	Entrada	Capítulo III
Banco de Dados Geográficos (BDG)	Em campo será feita a avaliação dos dados que compõem o BDG	Entrada/Saída	Capítulo II e III
Planejamento de Campo	-	-	Capítulo IV
Geotecnica	Coletados em campo, nos sítios potenciais	Saída	Capítulo V
Rodovias	Verificação da localização das rodovias públicas próximas aos sítios	Saída	Capítulos II e V

Dado(s)	Observações	Tipo	Fonte/Destino
Linhas de energia	Levantamento da rede de distribuição de energia elétrica próxima aos sítios	Saída	Capítulos II e V
Edificações	Levantamento das edificações presentes no interior da curva de 65 dB do PPSit	Saída	Capítulos II e V
Validação e aprimoramento do BDG	Decidir quanto a revisitar os procedimentos do Capítulo III ou seguir adiante	Saída	Capítulos II e III

Elaboração: Equipe ITA (2021)

Após execução do trabalho de campo, achados significativos podem exigir revisita aos procedimentos do Capítulo III, além da atualização do BDG. Não é incomum que se encontre um sítio potencial inviável. Ou ainda, um sítio adicional pode surgir, bem como pode ser necessário um ajuste de posição ou orientação de sítios investigados.

## IV-1. Planejamento do Trabalho de Campo

A prospecção de novo sítio aeroportuário pressupõe a colaboração de diversos stakeholders e o trabalho de campo precisa contar ao menos com um facilitador local (FACLOC), além da própria equipe de prospecção. O FACLOC terá diversos papéis, incluindo-se o relacionamento prévio com proprietários de terra e a ajuda nos deslocamentos. Como as prefeituras são os entes federativos com maior capilaridade e, ao mesmo tempo, responsáveis pelo ordenamento do seu território, sugere-se mapear os municípios e os possíveis contatos para o papel de FACLOC. Investidores, governos estaduais e associações de municípios são exemplos de entidades possíveis para a função. O FACLOC pode ser formado por mais do que uma entidade, desde que exista cooperação próxima entre os seus representantes. Nesse sentido, é interessante uma reunião prévia entre a equipe de prospecção e o FACLOC para a criação de um ambiente de colaboração e compartilhamento do planejamento das atividades necessárias. Além do FA-

CLOC, recomenda-se a participação do demandante e outros stakeholders no planejamento e execução das atividades de campo.

A equipe de prospecção será desmembrada em duas frentes:

- **Frente 1:** Responsável pelo reconhecimento da área e dos acessos, avaliando também as vizinhanças do sítio, eventuais atividades incompatíveis e possíveis obstáculos ao espaço aéreo. Esta frente deve necessariamente ser acompanhada em campo pelo FA-CLOC, sendo este responsável pelas autorizações de entrada nas propriedades;
- **Frente 2:** Responsável pela coleta de dados in situ, para validação de dados de sensoriamento remoto, e responsável pelo levantamento geotécnico.

A Frente 1 deverá fazer as visitas de forma preliminar à Frente 2, repassando a esta as melhores informações sobre as condições de acesso. Para facilitar esta tarefa, recomenda-se a utilização de comunicadores rádio, já que em campo os recursos de telefonia móvel são limitados. Respeitada esta regra, cada frente pode trabalhar de forma independente.

Considerando-se as necessidades de deslocamento apenas da equipe de prospecção (e excluídas as regiões excepcionais, contendo áreas inseguras, áreas de floresta densa e sem estradas trafegáveis), serão requeridos ao menos dois veículos 4x4 em bom estado e com motoristas que conheçam a região.

O planejamento de campo está dividido aqui entre planejamento logístico e planejamento de coleta. O primeiro refere-se às atividades necessárias para alcançar os sítios potenciais e o segundo refere-se ao trabalho executado no interior dos sítios e nas suas vizinhanças, para avaliar a favorabilidade à implantação de novo aeroporto.

## IV-1.1 Planejamento Logístico

Considerando-se as limitações de tempo e recurso, são usualmente necessários de 3 a 5 dias de trabalho de campo, tempo este que pode ser ajustado, a depender da região, do número de sítios, das restrições operacionais e dos deslocamentos aéreos e terrestres necessários para chegada e retorno. Em condições normais, podem ser visitados de dois a três sítios por dia.

A equipe de prospecção deve levantar informações gerais sobre a região estudada, em termos de comportamento do clima, duração do dia, disponibilidade de estradas e suas condições, segurança e possíveis bases de apoio à equipe para alimentação e pernoite. Ainda, é necessário estabelecer como será realizado o acesso até esta região, a depender dos modais disponíveis. Embora estas informações não componham formalmente o BDG (Banco de Dados Geográficos), elas devem ser levantadas e sistematizadas, inclusive para efeitos de documentação e apresentação de resultados, conforme discute o Capítulo VI.

No momento em que este manual foi produzido, softwares como o Google Earth, Google Maps, QGIS, ARCGIS, SPRING são exemplos de sistemas de informação geográfica (SIG) que permitem gerar os mapas, e subsequentemente estimar os tempos de deslocamento entre os pontos importantes, a citar: aeroportos de acesso, rodovias, pontos que possam servir como base na região, sítios e demais pontos de interesse (como polos geradores de demanda, aterros sanitários, obstáculos ao espaço aéreo). A Tabela IV-2 apresenta um exemplo deste tipo de estimativa, representando um caso em que o ponto de apoio coincide com o CGD (Centro Gerador de Demanda). Ainda, neste caso, o acesso à região foi realizado por um aeroporto que dista 192km do CGD.

No caso de viagens aéreas, recomenda-se que os bilhetes sejam reservados com antecedência mínima de 30 dias e considerando-se, além das bagagens pessoais, os equipamentos em termos de massa, volume e unidades.

**Tabela IV- 2 Estudos dos tempos de acesso**

Origem	Acesso desde a rodovia mais próxima			Deslocamento na rodovia existente até o CGD			Total		
	Dis- tância (km)	Velo- cidade Média (km/h)	Tem- po (min)	Dis- tância (km)	Velo- cidade Média (km/h)	Tem- po (min)	Dis- tância (km)	Velo- cidade Média (km/h)	Tem- po (min)
S-1-A	0,4	35	0,7	24,9	46,7	32,0	25,3	46,5	32,7
S-1-B	3,4	35	5,8	24,9	46,7	32,0	28,3	44,9	37,8
S-2-A	5,9	35	10,1	16	55	17,5	21,9	47,7	27,6
S-2-B	1,1	35	1,9	16	55	17,5	17,1	53,0	19,3
S-3-A	0,8	35	1,4	8,1	62	7,8	8,9	58,0	9,2
S-3-B	0,9	35	1,5	8,1	62	7,8	9	57,6	9,4
S-3-C	1	35	1,7	8,1	62	7,8	9,1	57,2	9,6
S-3-D	3,7	35	6,3	8,1	62	7,8	11,8	49,9	14,2
Acesso do CGD ao Aeroporto SBXX					192	58,2	198		

Elaboração: Equipe ITA (2021), com informações do Aplicativo Google Maps

De posse dessas informações, será possível estimar o número de dias necessários para o trabalho de campo e as possíveis sequências de visita, como exemplifica a Tabela IV-3. Sugere-se a adoção de algum tipo de folga para a ocorrência de chuvas, quebras de equipamento, problemas com autorizações de acesso. A folga poderá ser aproveitada para percorrer pontos adicionais de interesse na região, que poderão ser reportados no relatório da prospecção, assim como eventuais visitas a áreas descartadas anteriormente ou mesmo novas, conforme demanda em campo.

**Tabela IV-3 Exemplo de roteiro geral**

Dia	Período	Evento	Pontos de interesse
1	Manhã	Viagem até a base local	-
1	Tarde	Visita ao sítio S-1-A	Torre de telefonia

Dia	Período	Evento	Pontos de interesse
2	Manhã	Visita ao sítio S-1-B	Aterro sanitário
2	Tarde	Visita aos sítios S-2-A e S-2-B	
3	Manhã	Visita ao sítio S-2-C e S-2-D	Torre de telefonia
3	Tarde	Visita aos sítios S-3-A e S-3-B	
4	Manhã	Visita aos sítios S-3-C e S-3-D	Parque eólico
4	Tarde	Folga	
5	Manhã	Retorno da equipe	

OBS.: Os pontos de interesse devem ser ajustados aos achados de campo.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

#### **IV-1.1 Autorizações de entrada**

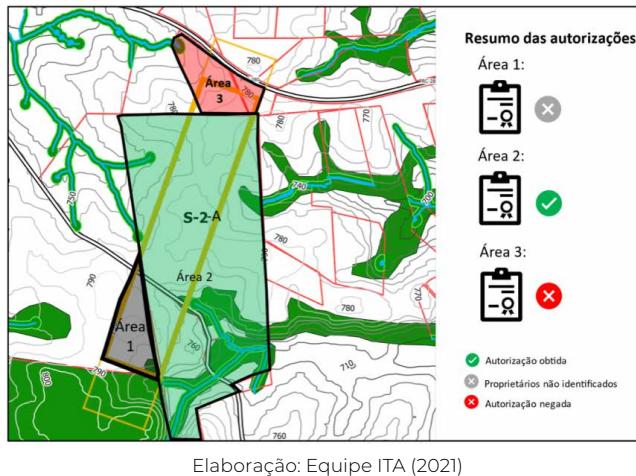
A equipe de prospecção será responsável por indicar as áreas que serão visitadas, produzindo mapa com indicação da localização dos sítios e seus limites, incluídos os limites das propriedades rurais. Os limites das propriedades devem ser obtidos pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2020) e complementados, eventualmente, por dados mais detalhados que estiverem disponíveis. Além do mapa, produzir planilha com os atributos do CAR, os quais podem ajudar na identificação das propriedades. Produzir também arquivo digital no formato KML ou KMZ, contendo, no mínimo, os Polígonos dos sítios (PPSsit) devidamente nomeados. Recomenda-se enviar este arquivo ao FACLOC com pelo menos 30 dias de antecedência da data planejada para a visita. Infelizmente, nem sempre a equipe de prospecção será capaz de, remotamente, apontar todas as propriedades. Assim, ao FACLOC deve complementar o levantamento, se necessário, deslocando-se previamente até as áreas.

O FACLOC deverá solicitar autorização escrita dos proprietários ou seus representantes, digitalizá-las e remetê-las à equipe de prospecção com antecedência mínima de uma semana (em relação à data da visita). Deve haver indicação explícita à Equipe de Prospecção sobre concordância ou discordância dos proprietários quanto à realização da visita. Além disso, ao FACLOC deverá acompanhar as visitas de prospecção, tendo às mãos esses documentos. A Figura IV-1 demonstra a organização esperada por parte do FACLOC para a apresentação das autorizações. Diante deste exemplo, a equipe de prospecção poderia inclu-

sive manter o sítio S-2-A em seu planejamento de campo, evitando trânsito nas áreas 1 e 3. Neste tipo de decisão, considerar as formas de acesso disponíveis.

Para maior economia de recursos, recomenda-se que a Equipe de prospecção só confirme a missão após recebimento das autorizações dos proprietários da terra quanto à realização das visitas. Dessa forma, as autorizações deveriam ser recebidas com ao menos um mês de antecedência, de forma que se possam emitir bilhetes aéreos de forma mais econômica.

**Figura IV-1 Sistematização de autorizações**



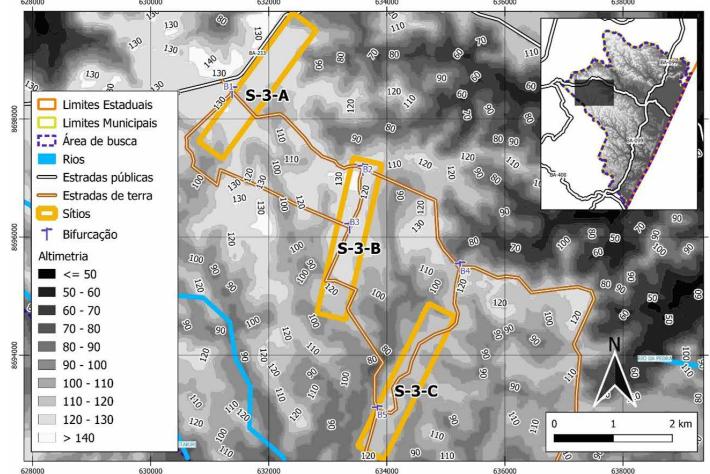
### IV-1.1.2 Revisão do planejamento logístico

A equipe de prospecção é estimulada a discutir o planejamento logístico com o FACLOC e ajustá-lo, se necessário. É estimulada também a distribuir o plano até o início da visita aos que forem acompanhar as atividades de campo. No entanto, à equipe de prospecção, reserva-se o direito de ajuste do plano ao longo da sua execução, conforme julgar necessário, em coordenação com o FACLOC.

### IV-1.1.3 Acesso aos sítios

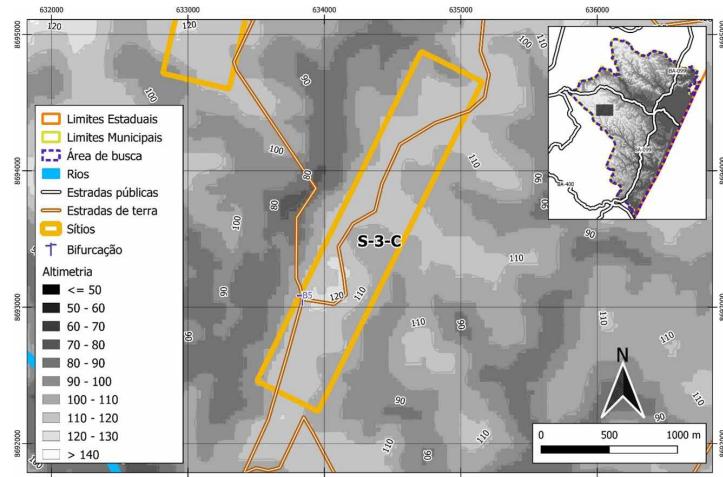
Os sítios potenciais nem sempre estarão ao lado de rodovias existentes, exigindo deslocamento em estradas de terra, ou mesmo em locais sem estradas existentes. Para facilitar o acesso, deve-se avaliar a existência de estradas vicinais e mesmo aquelas no interior das propriedades a serem visitadas. Para tanto, recomenda-se alimentar o BDG com a digitalização de estradas a partir do processamento de produtos de sensoriamento remoto, inclusive imagens de alta resolução. Priorizar estradas de maior largura e de configuração planimétrica mais retilínea, se necessário hierarquizando-se as estradas em dois ou três níveis. Indicar bifurcações, o que facilita a navegação em campo. A Figura IV-2 apresenta a subárea 3 (situada no centro-oeste da região de busca) que contém 3 sítios, sendo o sítio S-3-A o mais próximo a uma estrada pública pavimentada. São representadas estradas de terra que permitirão o deslocamento até a estrada pavimentada. Naturalmente, diferenças podem ser verificadas em campo, já que se trata de dado não validado.

**Figura IV-2 Acessos a estradas pavimentadas**



Deve-se, sempre que possível, buscar estradas existentes que facilitem o deslocamento no interior dos sítios, especialmente pensando-se nas tarefas da Frente 2, que transporta equipamentos de coleta de solos. Já para os trabalhos da Frente 1, deve-se identificar estradas existentes que facilitem o acesso às vizinhanças, especialmente no interior da curva de 65 dB do PPSit (ver Capítulo I). Prever também o acesso a pontos de interesse distantes do sítio, como torres e aterros sanitários. Sempre que possível, prever rotas alternativas. A Figura IV-3 exemplifica as estradas digitalizadas para facilitação do deslocamento no interior do sítio S-3-C e em sua vizinhança.

Figura IV- 3 Deslocamento no interior do sítio



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

Por conta da possibilidade de falhas no sinal do celular, mapas impressos, bússolas, listas impressas das coordenadas dos pontos relevantes e dispositivos GPS de mão, são fundamentais. Recomenda-se também o uso de aplicativos de celular previamente carregados com mapas simplificados, que contenham os limites dos sítios, as estradas e outras informações pontuais relevantes. O smartphone utilizado deve possuir bússola e receptor GPS de boa qualidade. No momento da produção deste manual, o aplicativo GPX Viewer (Google Play Store,

2020), no qual as informações geográficas de interesse podem ser carregadas no formato KML, era uma boa opção. Uma vez carregadas estas informações, não será necessário acesso à internet durante a utilização em campo. A Figura IV-4 apresenta uma tela desse aplicativo em campo: o ponto azul indica a posição do pesquisador; em violeta e marrom constam as estradas de terra hierarquizadas em duas categorias; os limites do sítio constam em verde e amarelo (área física e curva de 75 dB do PPSit); e os balões marcados em laranja são pontos de interesse de sensoriamento remoto e geotecnica para coleta em campo (coordenadas disponibilizadas aos membros da equipe em formato de arquivo geográfico, e.g., .kml). As coordenadas de pontos de interesse também podem ser carregadas em dispositivos GPS portáteis.

Figura IV-4 Tela do aplicativo GPX Viewer



Elaboração: Equipe ITA (2021), com base no app GPX Viewer

#### **IV-1.1.4 Materiais e suprimentos**

Elaborar um *checklist* dos itens necessários, suas quantidades e possíveis dificuldades de transporte, ao menos para as seguintes categorias:

- 2 veículos 4X4 com motorista;
- Equipamentos para coleta geotécnica;
- Equipamentos de navegação;
- Mapas impressos e digitais;
- Itens de alimentação, de preferência não perecíveis, já que nem sempre será possível retorno à base ao longo do dia;
- Itens pessoais de proteção, conforme o ambiente esperado, como calçados impermeáveis, roupas com filtro UV, repelentes, protetores solares, bonés etc.;
- Pranchetas de anotação, prevendo-se a possibilidade de intempéries;
- Binóculos e equipamentos de fotografia;
- Equipamentos de comunicação, incluindo-se rádios portáteis, considerando-se que o sinal de celular em geral é precário em regiões rurais;
- Baterias extras.

#### **IV-1.2 Planejamento das Coletas**

O trabalho de campo tem ao menos quatro objetivos: validar informações de escritório; coletar dados geotécnicos; observar as peculiaridades do sítio e da sua vizinhança imediata; e levantar informações sobre obstáculos, atividades incompatíveis e as características regionais relevantes para inclusão no relatório de prospecção.

##### **IV-1.2.1 Planejamento para validação de dados**

Producir mapas impressos com escala suficiente para apresentação da curva de 65 dB de dado sítio. As seguintes camadas devem aparecer, se necessário, em mais de um mapa, de mesmo enquadramento:

- Limites do sítio (PPSIT: área física, curva de 75 dB, curva de 65 dB);
- Cobertura vegetal;
- Hidrografia (cursos perenes e não perenes);
- Curvas de nível (10m);
- Estradas públicas e demais infraestruturas existentes ou planejadas;
- Estradas de terra;
- Áreas consideradas inviáveis, conforme procedimentos do Capítulo II (ex.: APPs);
- Edificações no interior da curva de 65 dB do PPSit;
- Limites de propriedades rurais (desejável);
- Outras informações, como por exemplo torres, dutos, ou quaisquer objetos e usos do solo que possam ser relevantes.

Além das camadas, devem ser inseridos pontos de visita obrigatória, incluindo-se:

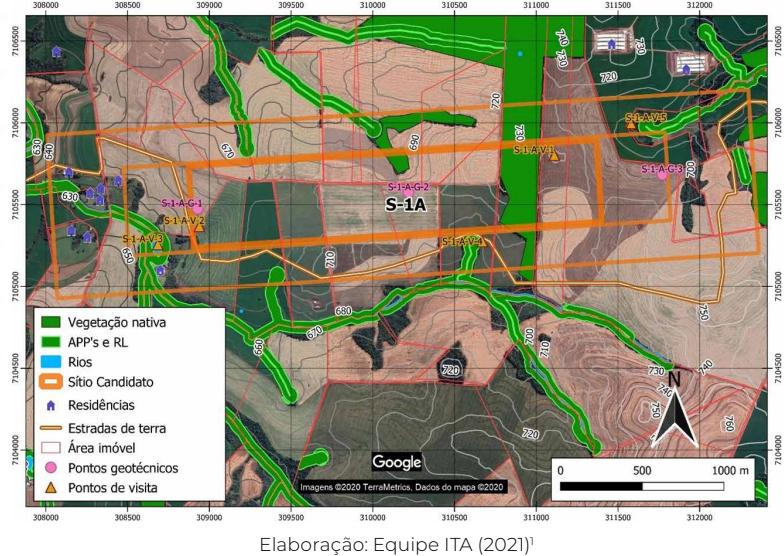
- O ponto mais elevado da área física;
- O ponto menos elevado da área física;
- Ao menos mais 3 pontos no interior da curva de 75 dB para verificação de cobertura da terra.

Todas as edificações visualizadas em imagens de alta resolução ou detectadas por outros meios remotos devem ser adicionadas ao mapa, mas a visita a todas pode não ser viável, embora seja recomendada.

Os pontos de visita obrigatória serão designados por um código que se inicia pelo nome do sítio, seguido por 'V' + um número. Ex.: S-1-A-V-1. Este seria o ponto 1 de visita no sítio S-1-A. O mapa deve ser acompanhado por uma breve descrição do ponto. Ex.: S-1-A-V-1: ponto mais elevado do sítio. A Figura IV-5 apresenta um exemplo desse tipo de mapa. Em violeta podem ser notados os pontos definidos para validação de dados, ou seja, os pontos de visita obrigatória.

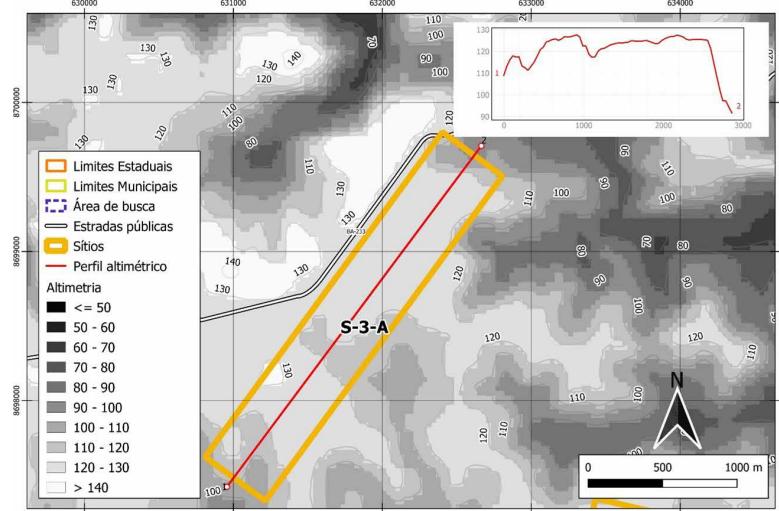
A escala para este mapa deve ser tal que a curva de 65 dB seja comportada. Se necessário, separar em até dois mapas as diferentes camadas, mantendo-se o enquadramento.

Figura IV-5 Exemplo de mapa para validação em campo



Recomenda-se a geração de um segundo mapa para validação de dados, especificamente destacando aspectos topográficos, como o perfil do eixo do sítio, conforme apresenta a Figura IV-6. Mapas adicionais em diferentes escalas podem ser produzidos.

Figura IV- 6 Exemplo de mapa para validação em campo:  
enfoque na topografia



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

#### IV-1.2.2 Planejamento para coleta de dados geotécnicos

No mapa descrito na seção IV-1.2.1, inserir para cada sítio 3 pontos para coleta geotécnica. Na falta de informações mais específicas sobre o solo, inserir um ponto no centro geométrico da área física e os outros dois nas extremidades da área física, sobre o eixo central desta área. Caso exista alguma informação adicional sobre o solo, estes três pontos podem ser atribuídos a localizações diferentes, desde que no interior da área física e razoavelmente distribuídos pela sua extensão.

Quanto à nomenclatura, o ponto designado por S-2-A-G-1, por exemplo, representaria o ponto 1 de levantamento geotécnico no sítio S-2-A. A Figura IV-5 apresenta um exemplo deste tipo de mapa. Em rosa podem ser notados os pontos de coleta de dados geotécnicos.

A seção 2.4.2 apresenta os procedimentos de coleta de dados geotécnicos.

<sup>1</sup> Sobre imagem Google Satellite. Acesso em 11/NOV/2020. 310.500, 7.105.500, 225. UTM Sírgas 2000.

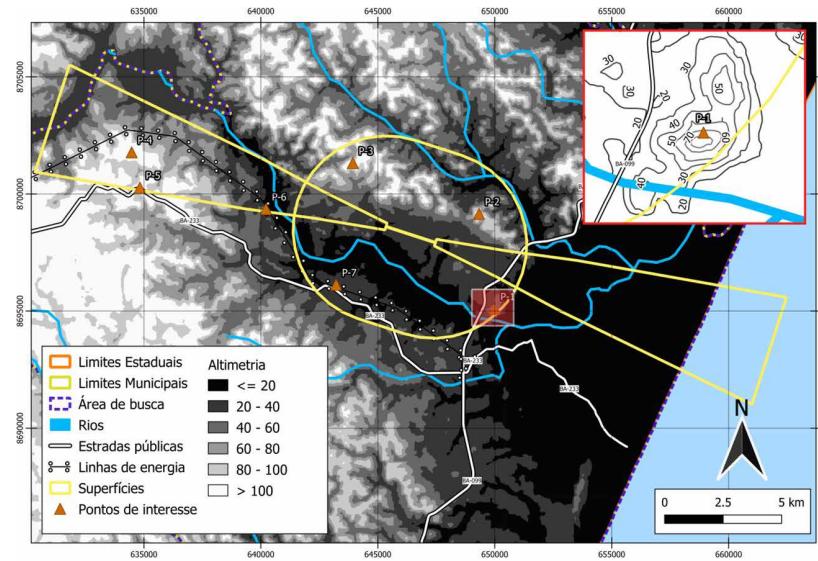
#### IV-1.2.3 Planejamento para coleta de possíveis obstáculos

As superfícies delimitadoras do espaço aéreo se elevam para cima e para fora do aeródromo em distâncias de até 20km dos limites de pista, conforme ICA 11-408 (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020). As obstruções devidas ao terreno podem ser avaliadas com base no MDS (Modelo Digital de Superfície), como discute o Capítulo III. No entanto, normalmente o BDG não será capaz de contar com informações sobre objetos pontuais, como prédios, torres, antenas e similares, os quais podem constituir obstáculos. Como na fase de escolha do sítio aeroportuário a região de busca é muito extensa, com os bancos de dados atualmente disponíveis, não é usualmente possível um trabalho detalhado de levantamento de obstáculos, particularmente aqueles construídos pelo ser humano.

Por esta razão, a Frente 1 deve preparar um mapa para cada sítio contendo a projeção das superfícies de aproximação e da superfície horizontal interna, com o MDS ao fundo, com curvas de nível de 20m e as estradas existentes. Deve ainda, ao seu julgamento, incluir pontos de interesse para visita, como as linhas de transmissão de energia, os parques eólicos e quaisquer outros objetos conhecidos. Além destes objetos, sugere-se marcar pontos onde se suspeita que possam haver objetos importantes, ou onde o efeito da presença destes objetos seja mais crítico. A Figura IV-7 apresenta um exemplo para este tipo de mapa. Em comum, todos os pontos possuem elevada diferença altimétrica positiva em relação ao sítio. O P-1 se destaca como uma zona mais elevada do que sua vizinhança e próxima a povoados, sendo candidata a hospedar torres de telefonia móvel. Os pontos P-2 e P-3 representam violação da superfície horizontal interna. O ponto P-4 encontra-se no prolongamento da PPD. Os pontos P-5, P-6 e P-7 são de fácil acesso, sendo que há uma linha de transmissão passando em P-6 e P-7.

Quanto à nomenclatura, adotar o padrão P-1, P-2, ..., P-n. Sugere-se numeração sequencial para toda a região de busca, à medida que um mesmo ponto pode influenciar mais de um sítio.

Figura IV-7 Planejamento da avaliação de obstáculos



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

#### IV-1.2.4 Planejamento para coleta de atividades conflitantes

Todas as atividades potencialmente conflitantes com a operação aeroportuária a menos de 20km de cada sítio potencial deveriam constar em mapa próprio, com planejamento da melhor forma de acesso. Exemplos de atividades conflitantes são aquelas que atraem fauna, como abatedouros, lixões, aterros sanitários, estações de processamento de produtos pesqueiros e espelhos d'água.

Outras atividades conflitantes podem existir nas áreas mais próximas aos aeródromos, como aquelas geradoras de fumaça, causadoras de interferência em auxílios à navegação, causadoras de ofuscamento, entre outras. Parques eólicos são exemplos de atividades que podem gerar conflitos, embora não se possa apontar nenhuma norma específica sobre a área de influência destes empreendimentos.

Verifica-se que este tipo de informação é de difícil obtenção no trabalho de escritório. Dessa forma, a equipe de prospecção deve incluir no planejamento os locais conhecidos ou nos quais desconfia-se de atividade conflitante. Consulta ao FACLOC e às prefeituras de forma prévia ou durante a atividade de campo são estimuladas, no sentido de levantar tais informações e atualizar o mapa de visitas.

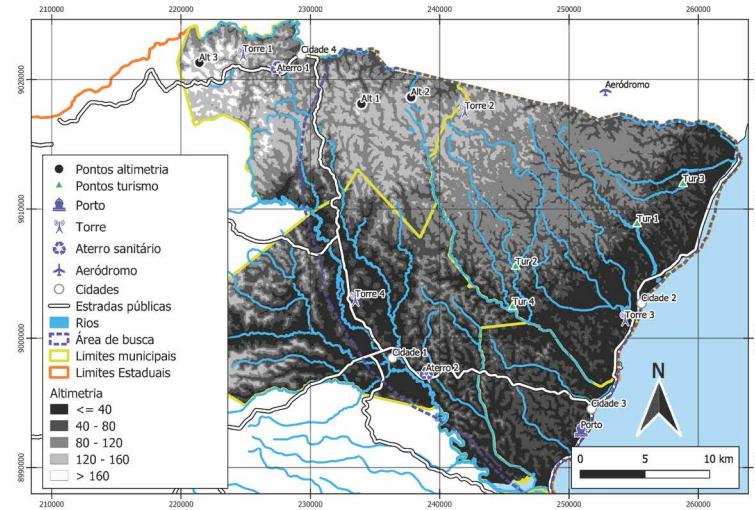
#### **IV-1.2.5 Planejamento para coleta de pontos opcionais**

Para fins de documentação e produção do relatório de prospecção definido no Capítulo VI, a Frente 1 é estimulada a visitar pontos de interesse na região de busca, ou mesmo nas suas adjacências, como:

- Aeródromos;
- Outras infraestruturas de transporte, como portos, pontos de transbordo, estações rodoviárias, ferrovias e afins;
- Pontos turísticos, núcleos urbanos, ou outros mapeados como CGDs;
- Parques eólicos, aterros sanitários, abatedouros ou outras atividades potencialmente conflitantes com a operação aeroportuária, mesmo que situadas fora do raio de 20km do sítio.

Producir um mapa da região de busca com identificação destes pontos, como ilustra a Figura IV-8. Quanto à nomenclatura, empregar os nomes que melhor representam as localidades. Planejar o tempo de deslocamento e a forma de acesso.

**Figura IV- 8 Planejamento da avaliação de atividades conflitantes.**



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

#### **IV-2 Execução do Trabalho de Campo**

A equipe de prospecção será dividida em duas frentes, cada uma munida dos equipamentos e informações necessários à execução independente das atividades. O trabalho de campo está organizado por frente de trabalho. Comum às duas frentes é a obtenção de fotos para fins de documentação da visita, facilitando a posterior análise de escritório e a atualização do BDG (Banco de Dados Geográficos).

## IV-2.1 Técnicas de Registro Fotográfico

Há algumas opções para esta documentação, conforme a Tabela IV-4:

**Tabela IV-4 Técnicas de documentação fotográfica**

Tipo	Direções	Método para obtenção de direção	Geolocalização
A	0	-	Ausente
B	0	-	Papel
C	1	Bússola	Papel
D	1	Bússola	Automática
E	1	Automática	Automática
F	4	Bússola	Papel
G	4	Bússola	Automática
H	4	Automática	Automática

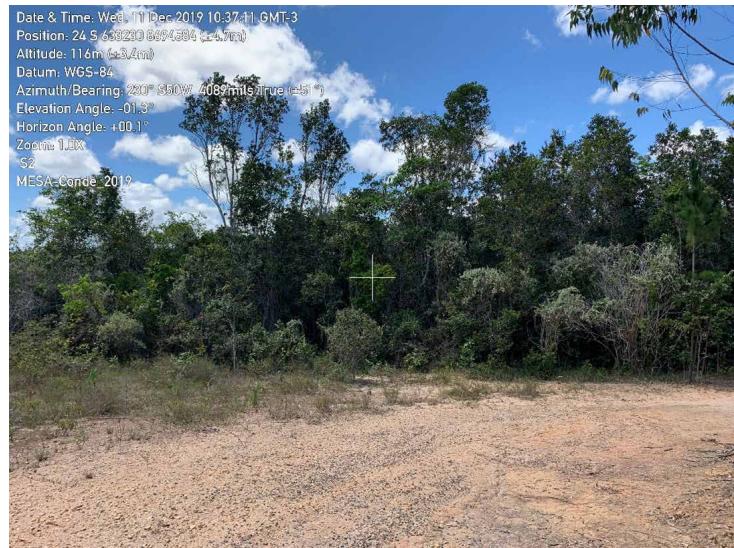
Elaboração: Equipe ITA (2021)

As técnicas A e B são de utilidade apenas ilustrativa e não são válidas para fins de levantamento. A geolocalização por 'papel' consiste em marcar no mapa impresso o ponto aproximado da foto (ver Figura IV-11), o que pode ser facilitado com uso de GPS portátil. Esta técnica é trabalhosa e não é aconselhada. O ideal é aplicar a geolocalização automática, o que pode ser atingido na maior parte dos smartphones atuais ou câmeras fotográficas com GPS embutido. Já a obtenção automática da direção da imagem exige que o aparelho utilizado possua sensor

magnético. Muitos smartphones, por exemplo, já dispõem dessa funcionalidade. É importante que os aparelhos sejam testados previamente para garantir que as funcionalidades pretendidas sejam ativadas. Aplicativos de smartphones podem ser usados para gerar fotos com informações gravadas como marca d'água. Alternativamente, estas informações podem ficar armazenadas nas propriedades da imagem. A Figura IV-9 apresenta uma imagem correspondente às técnicas E ou H, que são as mais recomendadas. Por sua vez a Figura IV-10 apresenta uma imagem associada às técnicas D ou G.

**Figura IV- 9 Exemplo de foto relacionadas às técnicas E ou H**

Date & Time: Wed, 11 Dec 2019 10:37:11 GMT-3  
Position: 24°56'32.00"S 60°04'50.04"E (±4.7m)  
Altitude: 116m (±3.4m)  
Datum: WGS-84  
Azimuth/Bearing: 220° S50W 4089mLS True (±1°)  
Elevation Angle: -01.3°  
Horizon Angle: +00.1°  
Zoom: 1.1X  
S2  
MESA-Condé 2019



Elaboração: Equipe ITA (2021)

**Figura IV- 10 Exemplo de foto relacionadas às técnicas D ou G**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

No caso da técnica G, fotografar as direções N-O-S-L (Norte, Oeste, Sul e Leste) sempre nesta ordem. Ainda, no caso da técnica F, uma dica é bater uma foto anterior à foto N, com indicação do ponto sob análise no mapa, como ilustra a Figura IV-11. Desta forma, basta ordenar as fotos por data de obtenção que haverá uma correspondência de localizações e direções. A técnica descrita neste parágrafo pode ser aplicada mesmo quando se emprega as técnicas G ou H, servindo como redundância.

**Figura IV- 11 Exemplo de foto para marcação de geolocalização com papel**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

A escolha da técnica e dos equipamentos deve considerar a facilidade de importação nos softwares de trabalho, uma vez que é possível o reconhecimento automático da geolocalização das fotos. Um exemplo de aplicativo desktop que tem esta funcionalidade é o GeoSetter (GeoSetter, 2020).

Atualmente, verifica-se grande progresso na área de obtenção de imagens georreferenciadas, com o emprego de drones e dispositivos portáteis. Fundamental é que a equipe de prospecção tenha capacidade de registrar e sistematizar os achados de campo em formatos que possam facilmente ser repassados a terceiros, sem a necessidade de que estes precisem manipular softwares de alta complexidade ou adquirir licenças.

## IV-2.2 Técnicas de Registro de Trilha

Para facilitar a análise dos resultados de campo, ao menos um integrante de cada frente deve portar dispositivo que registre as trilhas, facilitando assim a posterior reconciliação espaço-temporal dos achados. Existem muitas alternativas, incluindo-se dispositivos GPS portáteis e smartphones. Esse tipo de informação facilita a análise dos sítios e também dos tempos de deslocamento. A Figura IV-12 apresenta um exemplo de trilha visualizada no software Google Earth (2020). O

arquivo foi previamente tratado no software GeoSetter (2020). A barra de navegação temporal permite selecionar fotos e pontos visitados (trilhas) conforme o instante das visitas.

**Figura IV-12 Exemplo de registro de trilha em campo**



Elaboração: Equipe ITA (2021), visualização no Google Earth (2020)

Sugere-se o aplicativo GPSLogger (2020) para a gravação de trilhas, se a opção for a utilização de *smartphones*.

### IV-2.3 Tarefas da Frente 1

Esta é responsável pelo reconhecimento da área e dos acessos, avaliando também as vizinhanças do sítio e possíveis obstáculos ao espaço aéreo.

A primeira missão da Frente 1 é acessar o sítio, investigando localmente as alternativas de acesso e as condições das vias. Observadas dificuldades no acesso, deve-se reportar isso à Frente 2 e sugerir alternativas.

À medida que se percorre o sítio e suas vizinhanças, de posse dos mapas, deve-se indicar todos os achados relevantes. Mapear in loco as edificações internas

à curva de 65 dB. Aplicar qualquer uma das técnicas de registro fotográfico de C a H (Tabela IV-4). Utilizar o mapa descrito na seção 1.2.1.

#### IV-2.3.1 Levantamento de atividades conflitantes

A Frente 1 deve observar cuidadosamente a vizinhança do sítio quanto à presença de atividades conflitantes, como atividades geradoras de fumaça, parques eólicos, abatedouros, lixões e outras atividades atrativas de fauna. Ainda, a Frente 1 deve entrevistar o FACLOC sobre a presença deste tipo de atividade em um raio de até 20 km de cada sítio. Estas áreas devem ser visitadas, havendo autorização, ou então documentadas, aplicando-se qualquer uma das técnicas de registro fotográfico de C a H (Tabela IV-4). Na impossibilidade de visitas, documentar os relatos.

Deve-se tentar contato com autoridades locais para a obtenção de relatórios e levantamentos existentes sobre estas atividades.

A Figura IV-13 apresenta um exemplo de registro de atividade conflitante, empregando-se a técnica de registro fotográfico H da Tabela IV-4. Fotos panorâmicas também podem ser interessantes para complementar este tipo de registro.

**Figura IV-13 Registro de um Lixão**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

### IV-2.3.2 Levantamento de possíveis obstáculos

A Frente 1 deve observar cuidadosamente a vizinhança do sítio quanto à presença de obstáculos, especialmente nos prolongamentos dos eixos da PPD. Ainda, a Frente 1 deve entrevistar o FACLOC sobre a presença deste tipo de objeto em um raio de até 20 km de cada sítio. As áreas eventualmente apontadas nessas entrevistas e aquelas previamente apontadas devem ser visitadas, na hipótese de uma autorização ser obtida ou na hipótese de o acesso ser público. Pode-se aplicar qualquer uma das técnicas de registro fotográfico de C a H (Tabela IV-4). Além disso, para cada objeto fazer estimativa de altura. A Figura IV-14 exemplifica o registro de um obstáculo, com registro da altura aproximada da torre e de sua posição.

**Figura IV-14 Registro de possível obstáculo**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

Caso não seja possível visitar os locais de interesse, deve-se documentar qualquer informação relevante.

Deve-se tentar contato com autoridades locais para a obtenção de relatórios e levantamentos sobre obstáculos existentes ou que possam ser esperados pelo desenvolvido de projetos de infraestrutura.

### IV-2.3.3 Levantamento de outros pontos de interesse

Para fins de documentação e produção do relatório de prospecção, definido no Capítulo VI, a Frente 1 é estimulada visitar pontos de interesse na região de busca e aplicar qualquer uma das técnicas de registro fotográfico de C a H (Tabela IV-4). Documentar outras informações relevantes que possam surgir por observação ao longo do trajeto ou por entrevista a moradores e autoridades locais.

A Frente 1 deve fazer registro fotográfico das vias percorridas, complementando com descrições sobre as condições, limites de velocidade e tipo de tráfego observado.

### IV-2.4 Tarefas da Frente 2

A Frente 2 se concentrará no levantamento relativo à área física de cada sítio potencial.

#### IV-2.4.1 Pontos de visita obrigatória

Deve-se percorrer todos os pontos de visita obrigatória definidos no planejamento. Aplicar para registro fotográfico as técnicas F, G ou H. Fazer anotações sobre achados relevantes, se necessário com adição de pontos de visita não previstos no planejamento.

Para cada ponto de visita, registrar as informações relevantes sobre a vegetação e sobre a eventual de presença de córregos e nascentes, como ilustram as Figuras IV-15 e IV-16.

**Figura IV-15 Exemplo de registros da vegetação**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

**Figura IV-16 Exemplo de registros de córregos**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

#### **IV-2.4.2 Pontos de análise geotécnica**

Apesar de haver um planejamento prévio sobre os pontos de coleta geotécnica, caberá ao especialista em geotecnia adotar estes pontos previstos ou alterá-los. Neste caso, é necessário registrar a alteração e designar as coordenadas dos novos pontos. Além disso, não há problemas em se adicionar pontos extras, desde que a Frente 2 consiga manter-se no cronograma estipulado de visita aos sítios. As regras de alocação dos pontos são:

- Devem ser definidos no mínimo 3 pontos; e
- Os pontos devem estar bem distribuídos no interior da área física do PPSit.

Sugere-se que os pontos sejam distribuídos sobre áreas com prováveis diferenças geotécnicas, observando-se a cobertura do solo, a topografia e os achados de campo. A Figura IV-17 apresenta registros dos diferentes padrões de solos observados em serviços de prospecção, no interior do sítio ou em suas imediações.

**Figura IV-17 Exemplos de padrões de solo**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

Para os pontos determinados será feita sondagem a tradô do material e o ensaio DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), cuja profundidade máxima é da ordem de 3 metros. Caberá ao especialista em geotecnia empregar procedimentos normatizados para coleta e tratamento das informações, com o intuito de produção de duas informações:

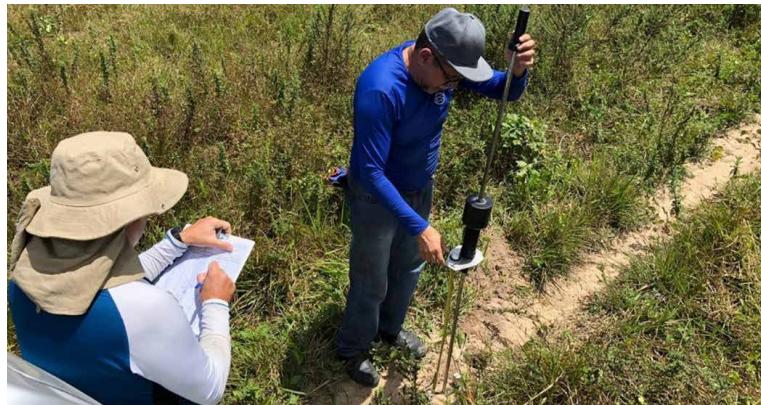
- Descrição qualitativa das características do solo no sítio, com emissão de parecer sobre a viabilidade da implantação aeroportuária no local e das possíveis dificuldades esperadas;
- Extração de perfil de resistência à penetração para correlação com a métrica CBR (*California Bearing Ratio*).

Para a informação B considera-se apenas a camada de maior resistência à penetração, ou seja, aquela na qual ocorre a máxima relação (nº de golpes) / (profundidade de penetração). A Figura 4-18 apresenta o equipamento DCP e a Figura 4-19 apresenta uma curva de ensaio para fins de exemplificação.

O passo seguinte será a correlação com a métrica CBR, a depender da classificação do solo e dos procedimentos previstos na norma D6951/D6951M – 18 (ASTM, 2018). O Apêndice IV-A – EXEMPLO DE ENSAIO GEOTÉCNICO apresenta um relatório desenvolvido para uma prospecção no município de Conde/BA, executado em 2019.

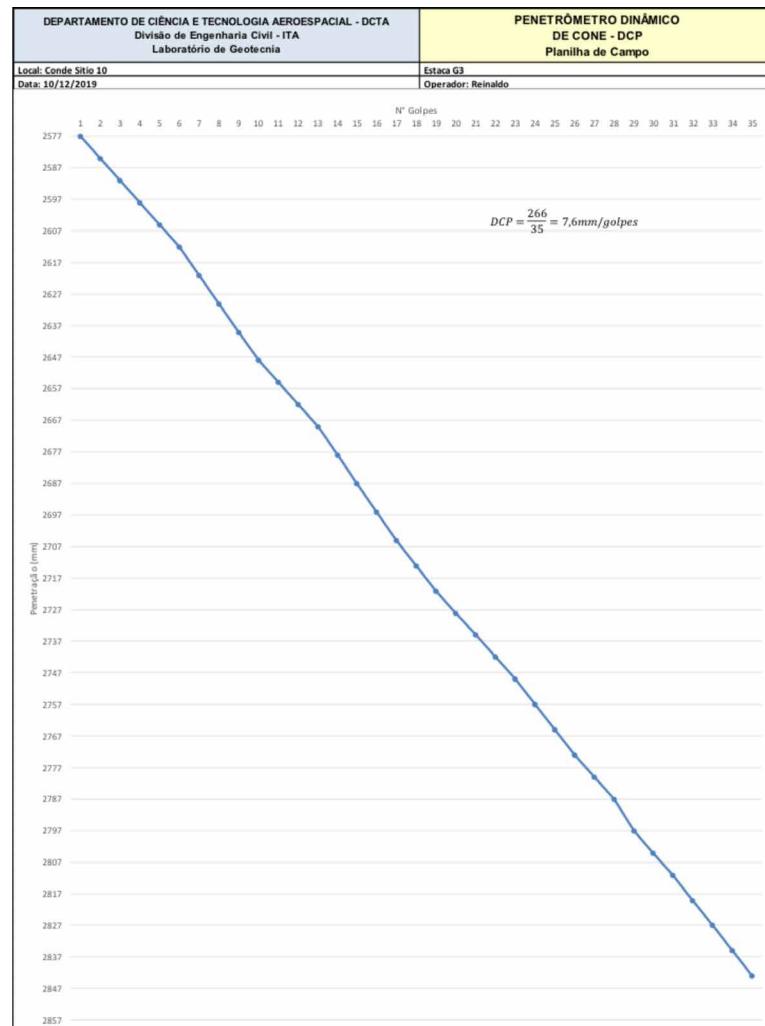
A equipe de prospecção poderá adotar ensaios alternativos ao DCP, desde que sejam capazes de fornecer medidas diretamente relacionadas à favorabilidade geotécnica para a implantação aeroportuária. A escolha por um teste alternativo ao DCP deve ser documentada e justificada em memorial.

**Figura IV-18 Equipamento DCP**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

**Figura IV-19 Exemplos de padrões de solo**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

### **IV-3. Comentários Finais do Capítulo IV**

Este Capítulo IV do manual de escolha de sítios aeroportuários regionais especifica requisitos mínimos para execução de trabalho de campo, fornecendo técnicas e ferramentas que visam à facilitação desta tarefa e à sistematização das informações coletadas.

A equipe de prospecção deve realizar adequado planejamento, além de contar com a colaboração de um facilitador local (FACLOC), que pode ser uma

prefeitura, outra entidade, ou uma união de entidades. O FACLOC terá papel fundamental no apoio em campo e na obtenção de autorizações de entrada nas propriedades, de forma que o vínculo deve ser estabelecido de forma prévia aos trabalhos in loco. Após o trabalho de campo, tal vínculo ainda será importante, de forma que o FACLOC deve ser consultado para indicação de especialistas para as atividades previstas no Capítulo V.

Além disso, este Capítulo IV especifica como deve ser executada a avaliação geotécnica, que embasa um dos critérios classificatórios estabelecidos no Capítulo V.

# CAPÍTULO V

## PRIORIZAÇÃO DE SÍTIOS CANDIDATOS

Foto: LOCALIDADE NO MUNICÍPIO DE CONDE/BA.  
Créditos: Equipe ITA (2021)

# Apresentação do Capítulo V

Neste Capítulo são especificados os critérios classificatórios empregados para ranqueamento dos sítios potenciais, cuja consideração depende de pesos, atribuídos por especialistas. São apresentadas especificações sobre as percepções de especialistas que devem ser coletadas e processadas. É sugerido um aplicativo web para facilitar esta tarefa.

Para cada par formado entre os critérios classificatórios e os sítios potenciais será necessária a extração de uma métrica, que traduz a favorabilidade do sítio frente ao critério. Este Capítulo apresenta diretrizes para a tabulação de tais métricas, a partir de geoprocessamento ou tratamento de dados coletados em campo.

Sistematizando-se os pesos dos critérios classificatórios e as métricas, será possível produzir um ranqueamento dos sítios potenciais, inclusive, destaca-se a importância da análise de sensibilidade de resultados. São apresentadas diretrizes para este processo, além de um segundo aplicativo web.

Os procedimentos apresentados neste Capítulo permitirão uma abordagem objetiva ao ranqueamento dos sítios, de acordo com sua favorabilidade à implantação aeroportuária. Desta forma, espera-se orientar o tomador de decisão a identificar quais sítios possuem melhores condições para implantação de um aeroporto regional, inclusive quanto à redução de custos e dos impactos negativos do projeto.

O ranqueamento dos sítios potenciais obedece a três etapas de procedimentos: (1) Definição do Grupo de Especialistas e Priorização de Critérios; (2) Levantamento de métricas dos sítios potenciais; e (3) Processamento do ranqueamento dos sítios.

A etapa (1), após seleção do grupo de especialistas, tem por objetivo atribuir pesos de 0 a 100% a cada um dos critérios classificatórios empregados e está baseada na percepção de especialistas. Para tanto, emprega-se a técnica AHP (Análise Hierárquica de Processos) e ouve-se remotamente o grupo de especialistas. Sugere-se um aplicativo web para esta tarefa (ver Apêndice V-A -Tutorial do aplicativo MESA-AHP).

A etapa (2) consiste na elaboração de uma tabela que relaciona as métricas dos critérios classificatórios de cada um dos sítios potenciais. Por “métrica” entende-se uma quantidade em escala natural ou proxy que é medida em campo ou em SIG (Sistema de Informações Geográficas) e que caracteriza objetivamente cada sítio quanto a cada um dos critérios classificatórios.

A etapa (3) consiste no tratamento dos pesos dos critérios e das métricas, de forma que um *ranking* possa ser construído. Além do ranqueamento, é realizada análise de sensibilidade.

Sugere-se um segundo aplicativo web (ver Apêndice V-B -Tutorial do aplicativo MESA-AIP) para os cálculos necessários nas etapas (2) e (3). Os critérios classificatórios são definidos na Tabela V-1

Tabela V-1 Critérios Classificatórios

Sigla	Descrição	Unidades
GEO	Refere-se à natureza do solo (suas características de resistência e de estabilidade) e seu impacto na obra de implantação de pistas, pátios e edificações do aeródromo. Adota-se o ensaio DCP (Dynamic Cone Penetrometer), a ser executado em campo. Este ensaio consiste em cravar uma haste padrão no solo, anotando-se a relação entre golpes e penetração. Extrairindo-se material em campo será possível correlacionar o número de golpes com o CBR (California Bearing Ratio, medida usual de resistência do solo em obras de terra e de pavimentação). O ensaio de penetração deve ser realizado em pelo menos três pontos do sítio potencial, o mais distribuídos quanto possível. Assim, haverá um CBR para cada ponto, devendo-se tomar somente a medida da camada mais resistente. A média dos três pontos dará a métrica GEO do sítio.	% CBR
TOPVol	Refere-se ao impacto do volume de movimentação de terra (devido à variação altimétrica no sítio potencial) associada à obra de implantação do aeródromo. Será medido pelo volume de aterro (em m <sup>3</sup> ) entre o terreno natural e a porção do PPSit destinada à faixa de pista, considerando-se essa área posicionada na horizontal e na cota média do terreno. Desta forma, o volume de corte se iguala ao volume de aterro. Deve-se gerar duas posições alternativas para a faixa da pista no interior do PPSit, considerando-se apenas aquela mais favorável.	m <sup>3</sup>

Sigla	Descrição	Unidades
RUI	Refere-se ao incômodo sonoro (impacto do ruído) a ser causado pela operação do aeródromo nas áreas adjacentes e próximas ao sítio potencial. Esse incômodo será medido pela contagem do número de edificações dentro da curva de 65 dB, segundo o PBZR previsto no RBAC 161 da ANAC, para a faixa mais demandante (7.000 movimentos ao ano).	#
DIS	Refere-se à distância do sítio potencial a um ponto de referência associado ao CGD (Centro Gerador de Demanda). Será medido pela menor distância (em km) a partir do ponto em via pavimentada mais próximo do baricentro do sítio potencial até o CGD. Mede-se a distância total do baricentro até o CGD. Para casos de busca de sítio para mais de uma cidade, e, portanto, mais de um CGD, a medida deverá considerar a maior das distâncias a cada CGD.	km
ACE	Refere-se à facilidade de ligação do sítio potencial à rede de transportes que serve a região. A rede de transportes da região é representada pelas estradas municipais, estaduais e federais nas proximidades do sítio potencial. Será medido pela menor distância (em km) do baricentro do sítio potencial à rodovia pavimentada mais próxima que se conecte ao CGD (Centro Gerador de Demanda).	km
DIP	Refere-se à disponibilidade atual de serviço (rede) de energia elétrica nas proximidades do sítio potencial. A rede considerada é a de média ou de baixa tensão, excluída eventual rede de alta-tensão, se existir. Será medido pela menor distância (em km) do baricentro do sítio potencial à rede elétrica de média ou de baixa tensão mais próxima.	km

Elaboração: Equipe ITA (2021)

Os procedimentos definidos neste Capítulo V dependem de dados sistematizados conforme os capítulos anteriores. A Tabela V-2 apresenta as entradas e saídas deste Capítulo, quando visto como um processo.

**Tabela V-2 Entradas e saídas do Capítulo V**

Dado	Observações	Tipo	Fonte/Destino
BDG	Deve estar atualizado, conforme trabalho de campo	Entrada	Capítulos II e IV
BDG	Alguns processamentos realizados serão incorporados ao BDG	Saída	Capítulo II
Dados do critério GEO	Medições realizadas em campo	Entrada	Procedimentos do Capítulo IV
Rankeamento e notas dos sítios	-	Saída	Capítulo VI

Elaboração: Equipe ITA (2021)

O trabalho de campo poderá levar à necessidade de atualização do banco de dados geográficos (BDG). O Capítulo V requer tal atualização, com especial foco nos seguintes dados, embora qualquer diferença entre os dados esperados e o campo deva ser avaliada:

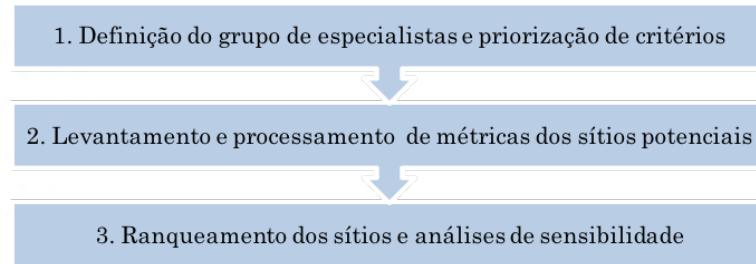
- Verificação dos dados sobre estradas públicas existentes (relação com a métrica dos critérios DIS e ACE);
- Levantamento e verificação de redes de distribuição de energia próximas aos sítios (relação com a métrica do critério DIP);
- Levantamento geotécnico (relação com a métrica do critério GEO);
- Levantamento e validação do número de edificações no interior da curva de 65 dB (relação com a métrica do critério RUI).

Caso o trabalho de campo (definido no Capítulo IV) aponte inviabilidades de algum dos sítios visitados, estas deverão ser documentadas e o sítio excluído.

Caso o trabalho de campo (definido no Capítulo IV) leve à inclusão algum novo sítio, avaliar as inviabilidades descritas no Capítulo III. Caso o sítio seja considerado viável, ele deve ser incluído no rol de sítios potenciais.

A Figura V-1 apresenta de forma abreviada as etapas do método para estabelecimento do ranqueamento.

Figura V-1 Processo de ranqueamentos dos sítios



Elaboração: Equipe ITA (2021)

## V-1. Etapa 1: Definição do Grupo de Especialistas e Priorização de Critérios

Deve-se atribuir pesos entre 0% e 100% para os critérios classificatórios definidos na Tabela V-1. Quanto maior o peso de um critério, mais sensível será o ranqueamento dos sítios potenciais a este critério. Por outro lado, quanto menor o peso do critério, menor a sensibilidade do ranqueamento às variações nas métricas. Por exemplo, se o critério RUI possuir peso de apenas 5%, então seria necessária grande variação entre os sítios potenciais no número de edificações contabilizadas para que o ranqueamento fosse impactado.

A precisão da estimativa das prioridades dos critérios decorrerá da habilidade dos especialistas em compreenderem o seu relacionamento com o objetivo específico do aeroporto a ser implantado. Por isso, é necessário que os especialistas conheçam a realidade da região estudada e, também, as questões relacionadas à implantação e operação de obras de infraestrutura, especialmente na área de aeroportos.

Por exemplo, um aeroporto com um número baixo de operações previstas (ex.: 10 operações por dia) não será tão afetado pelo critério RUI quanto um aeroporto com maior densidade de operações (ex.: 50 operações/dia). Logo, a escolha de sítio aeroportuário para o segundo caso deveria se basear em um critério RUI com maior peso. Este exemplo ilustra a razão para que pesos diferentes sejam atribuídos aos critérios. Caberá aos especialistas ter sensibilidade para tal priorização, incorporando visões intrínsecas ao projeto em análise e, ainda, considerando-se as peculiaridades da região.

### V-1.1 Definição do Grupo de Especialistas

Os especialistas devem ser organizados em dois grupos, cada um com pelo menos três representantes:

- Grupo I: Especialistas com experiência no processo de prospecção de sítios aeroportuários;
- Grupo II: Especialistas com conhecimento específico sobre a região de estudo e com conhecimentos no campo do planejamento de infraestrutura.

É importante que os especialistas representem os diferentes agentes públicos e privados correlatos ao planejamento de infraestrutura, sendo sugeridas as seguintes categorias:

- Técnicos de órgãos governamentais envolvidos com o planejamento e operação de infraestrutura, entre os quais DECEA, ANAC e SAC;
- Técnicos de secretarias estaduais e municipais na área de infraestrutura;
- Representantes de conselhos municipais;
- Consultores na área de transportes;
- Técnicos de empresas aéreas com experiência no planejamento de infraestrutura aeroportuária;
- Representantes da sociedade civil da região a ser atendida pelo aeroporto regional em questão.

A equipe de prospecção será responsável por nomear os especialistas, solicitando, se necessário, a ajuda do demandante e de entidades locais para esta tarefa. De posse dos respectivos contatos, a equipe de prospecção deverá executar a coleta de julgamentos, conforme os procedimentos da seção seguinte.

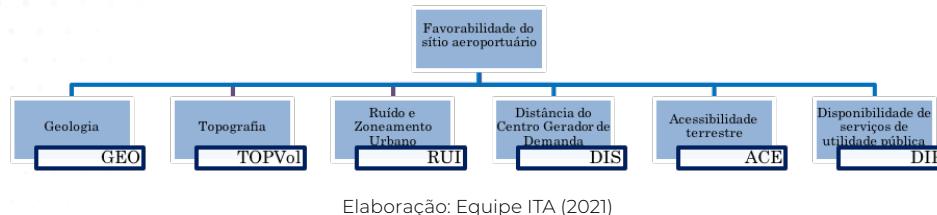
### V-1.2 Coleta de julgamentos

Emprega-se a técnica AHP, com agregação individual de prioridades (AIP), ou seja, os especialistas são ouvidos individualmente. A priorização dos critérios de um especialista em particular será dada por cálculo a partir de comparações pareadas. Neste sistema de comparações pareadas, inerente à técnica AHP, pergunta-se: “qual a importância do critério i em relação ao critério j?” e emprega-se

escala de julgamentos de 1 a 9 (1,2,3,...,9) e seus inversos (1,1/2,1/3,...,1/9). O APENDICE V-C – PROCESSO HIERÁRQUICO DE DECISÃO pode ser consultado para maiores explicações sobre o método de decisão empregado.

A técnica AHP é hierárquica, ou seja, os critérios são comparados somente em um mesmo nível da árvore. A metodologia MESA, que fundamenta este manual, estabelece uma árvore de apenas um nível, como apresenta a Figura V-2.

**Figura V-2 Hierarquia dos critérios classificatórios**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

O número de comparações pareadas necessárias será de 15, já que se tratam de seis critérios classificatórios, conforme define a Tabela V-1. Após os julgamentos de cada especialista, calcula-se o vetor de prioridades e o índice de consistência. Somente os julgamentos com razão de consistência superior a 10% devem ser considerados.

O vetor de prioridades final será a média aritmética simples das prioridades individuais. A Tabela V-3 apresenta um exemplo de tratamento dos vetores de prioridades.

**Tabela V- 3 Exemplo de apresentação do vetor de prioridades dos critérios**

Vetor de Prioridades	GEO	TOPVol	RUI	DIS	ACE	DIP	RC*
Especialista_1	10,5%	40,2%	10,5%	14,2%	17,6%	7,1%	3,0%
Especialista_2	33,5%	33,5%	3,5%	9,9%	17,5%	2,2%	8,0%
Especialista_3	33,3%	33,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	0,0%
Especialista_4	22,6%	27,9%	4,0%	21,1%	17,4%	7,0%	4,0%
Especialista_5	28,2%	32,9%	8,2%	15,5%	9,4%	5,7%	9,0%
Especialista_6	40,0%	31,9%	13,1%	7,0%	4,7%	3,3%	6,0%
Vetor final	28,0%	33,3%	7,9%	12,7%	12,5%	5,6%	-

\*RC: razão de consistência.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

O processo de coleta de julgamentos será liderado pela equipe de prospecção, enfatizando-se que os especialistas não devem ter acesso ao grupo de sítios potenciais antes do seu julgamento, pois isso poderia levar a algum tipo de viés. No entanto, é importante que a equipe de prospecção de sítios forneça informações relevantes sobre a região de estudo e sobre os objetivos e contexto do projeto do aeroporto em estudo.

Para ouvir os especialistas, a equipe de prospecção deve nomear um facilitador, destinado a fornecer informações sobre a região de estudo e sobre a técnica empregada. O objetivo do facilitador é garantir que os especialistas utilizem adequadamente a técnica de decisão, reduzindo-se a possibilidade de inconsistências.

Para facilitar a coleta e o processamento de dados sugere-se o uso de aplicativo web mencionado no APÊNDICE V-A -TUTORIAL DO APLICATIVO MESA-AHP. Este aplicativo segue a metodologia apresentada em Alves et al. (2020), que por sua vez se baseia em Saaty (Saaty, 1987). Na hipótese de não utilização do referido aplicativo, adotar a metodologia que consta nestas referências.

## V-2. Etapa 2: Levantamento de Métricas dos Sítios Potenciais

O processo de definição das métricas dos critérios classificatórios não necessita do apoio do grupo de especialistas. As métricas adotadas podem ser obtidas pela equipe de prospecção diretamente em campo, ou indiretamente pela interpretação e leitura de mapas e imagens de satélite, com níveis de precisão suficientes para a atividade proposta.

Os atributos que caracterizam os critérios classificatórios podem ser medidos por uma escala natural ou por uma proxy, conforme a Tabela V-4.

**Tabela V- 4 Natureza da escala dos critérios classificatórios**

CRITÉRIO	Sigla	Natureza	Mérito
Geologia	GEO	Natural (CBR)	Quanto maior, melhor
Topografia	TOPVol	Natural (m <sup>3</sup> )	Quanto menor, melhor
Ruído	RUI	Proxy (número)	Quanto menor, melhor
Distância do Polo Gerador de Demanda	DIS	Natural (km)	Quanto menor, melhor
Acessibilidade Terrestre	ACE	Natural (km)	Quanto menor, melhor
Disponibilidade de serviços públicos	DIP	Proxy (km)	Quanto menor, melhor

Elaboração: Equipe ITA (2021)

A extração das métricas depende do uso de SIG (Sistema de Informações Geográficas) e consulta a planilhas de campo.

### V-2.1 Extração de métricas

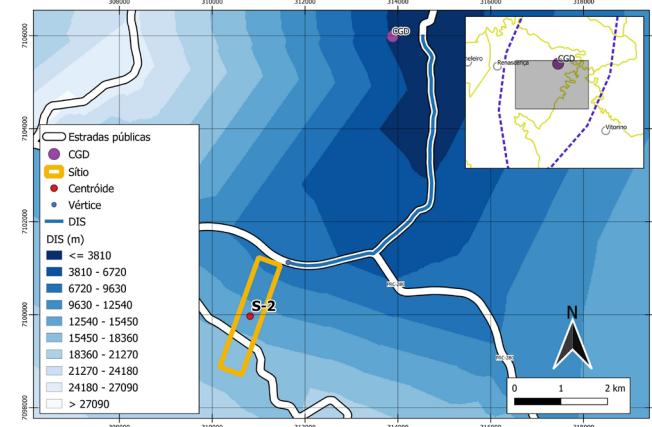
Nas Figuras V-3, V-4, V-5 é possível verificar exemplos de extração das métricas em relação aos critérios DIS, ACE e DIP, respectivamente. Nestas Figuras, a métrica de cada critério é representada por um mapa de calor. A construção de mapas de calor não é obrigatória.

A Figura V-3 apresenta um mapa de calor para o critério DIS, de forma que as cores mais intensas representam as localidades mais favoráveis em relação a este critério. A métrica DIS para o sítio S-2-A pode ser extraída diretamente do SIG pela leitura do valor do mapa de calor correspondente ao centroide.

A Figura V-4 apresenta mapa de calor para o critério ACE. As áreas próximas às estradas públicas apresentam coloração mais intensa. Já a Figura V-5 apresenta mapa de calor para o critério DIP. As áreas próximas à rede de distribuição de energia apresentam coloração mais intensa.

A Figura V-6, por sua vez, apresenta um exemplo de mapa para levantamento da métrica associada ao critério RUI, ou seja, o número de edificações no interior da curva de 65 dB. Para este exemplo específico, observam-se 3 edificações.

**Figura V-3 Exemplo de mapa de calor para o critério DIS**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

Figura V-4 Exemplo de mapa de calor para o critério ACE

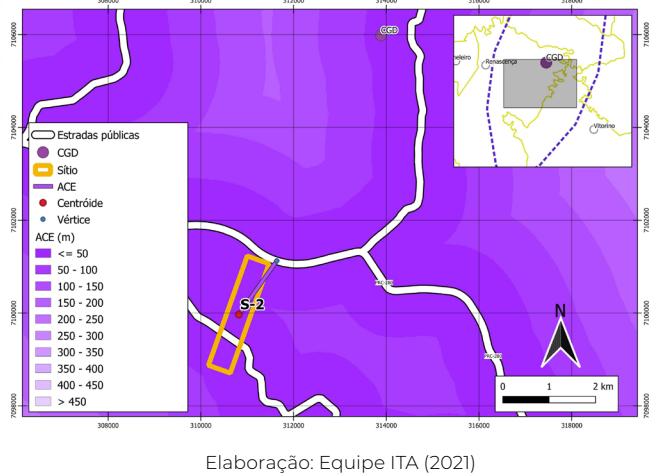


Figura V-5 Exemplo de mapa de calor para o critério DIP

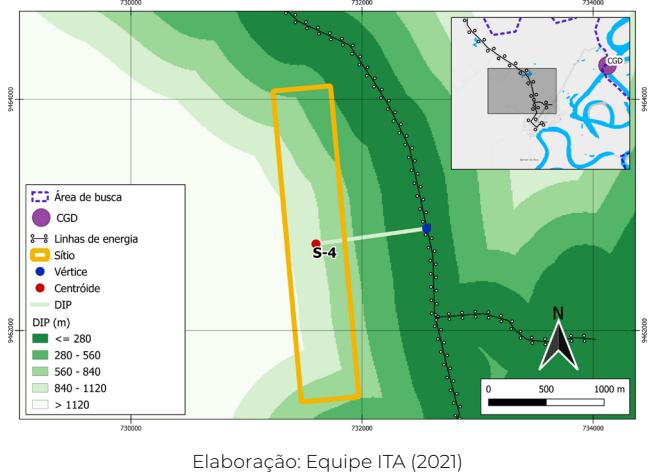
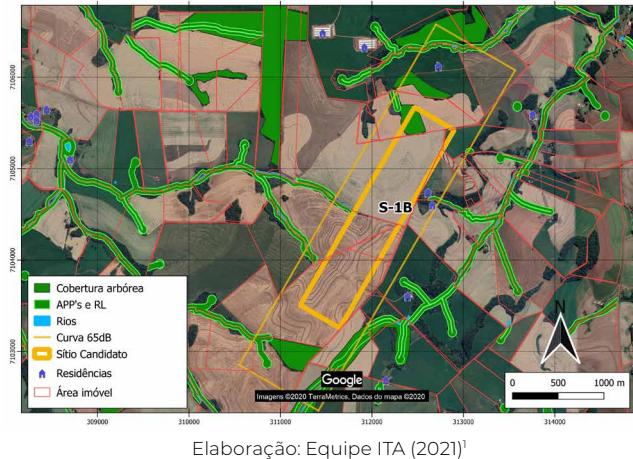


Figura V-6 Exemplo de mapa para avaliação do critério RUI



O critério TOPVol requer um MDT (Modelo Digital de Terreno). Sugere-se o emprego do produto de sensoriamento remoto TOPODATA (2012) ou dados mais precisos. O seguinte pseudocódigo descreve a quantificação do TOPVol, que é ilustrada na Figura V-7. Assume-se um pixel quadrado de 30mX30m, com base no produto acima mencionado. Resoluções maiores podem ser adotadas, a depender do MDT disponível.

Ler o MDT e o polígono da área física (PPSit);  
 $TOPVol=10^{10}$

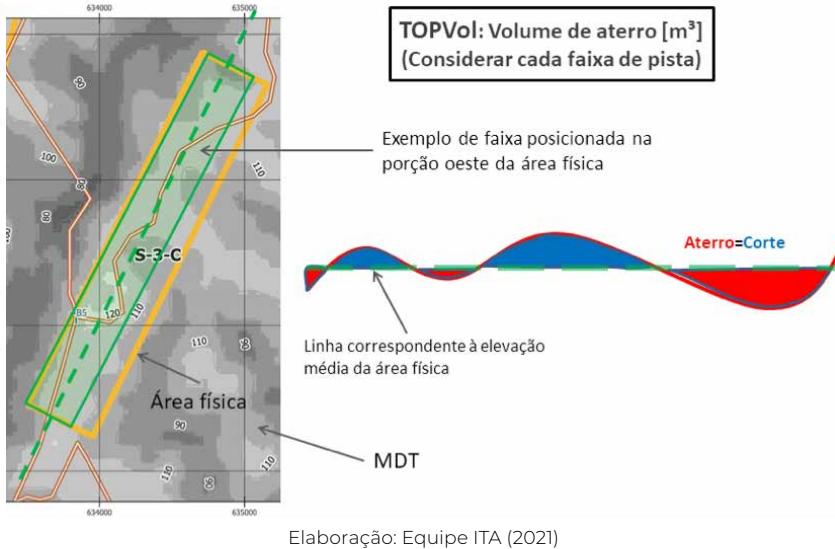
Para cada faixa de pista posicionada na área física:  
 $Hmed$  = média de altitude entre cada pixel contido na faixa de pista;  
 $VAterro=0$ ;

Para cada pixel contido na faixa de pista:  
 Se  $HPixel < Hmed$ :

$VAterro= VAterro + ÁreaPixel X (Hmed- HPixel);$   
 Se  $VAterro < TOPVol$ :  
 $TOPVol= VAterro$

<sup>1</sup> Sobre imagem Google Satellite. Acesso em 11/NOV/2020. 312.000, 7,105.000, 22S. UTM Srgas 2000.

**Figura V-7 Ilustração da métrica associada ao critério TOPVol**



O critério GEO é obtido no trabalho de campo e descrito no Capítulo IV. Será necessário acessar o relatório produzido e, para cada sítio potencial, deve-se identificar os pontos de coleta, que serão no mínimo 3 por sítio. Para cada um dos pontos toma-se a equivalência em CBR (California Bearing Ratio) da camada mais resistente. A média de tal valor entre os pontos levará à métrica esperada para GEO. A Tabela V-5 apresenta um exemplo de tratamento de dados para a métrica associada ao critério GEO.

**Tabela V-5 Exemplo de tratamento de dados: métrica GEO**

Ponto	DCP [mm/Golpes]	Camada de maior resistência DCP [Profundidade mm]	CBR [%]
S-1-A-G-1	5,67mm / golpes	2690 até 3000	11
S-1-A-G-2	8,40mm / golpes	1060 até 1600	8
S-1-A-G-3	7,24mm / golpes	2900 até 3100	9
Métrica GEO para o sítio S-1-A		9,33	

Elaboração: Equipe ITA (2021)

O processo de ranqueamento dos sítios potenciais exige que as métricas sejam normalizadas, de forma a permitir a comparação e ponderação desses critérios para um mesmo sítio, e, na sequência, para permitir a comparação entre sítios.

## V-2.2 Harmonização e Normalização das Métricas

Para a harmonização e padronização dos resultados sugere-se empregar aplicativo web apresentado no Apêndice V-B -Tutorial do aplicativo MESA-AIP. Na hipótese de não utilização deste aplicativo, seguir o procedimento explanado na seção 3.4 de Alves et al. (2020).

Os exemplos das Tabelas (V-6 e V-7) correspondem à aplicação das regras para a normalização e harmonização das métricas. Quanto maior o percentual, melhor o posicionamento do sítio quanto à métrica.

**Tabela V- 6 Exemplo de métricas originais**

SÍTIO	GEO	TOPVol	RUI	DIS	ACE	DIP
-	%CBR	m <sup>3</sup>	#	km	km	km
S-1-A	9,33	1.529.032	1	25,26	0,36	0,34
S-2-A	12,0	1.397.117	1	28,30	3,40	3,38
S-2-B	7,33	1.257.663	1	30,80	5,90	5,93
S-3-A	8,0	2.104.059	5	8,42	0,95	0,28
S-3-B	7,0	1.356.323	6	10,79	3,73	1,21

Elaboração: Equipe ITA (2021)

**Tabela V- 7 Exemplo de métricas harmonizadas e normalizadas**

SÍTIO	GEO	TOPVol	RUI	DIS	ACE	DIP
S-1-A	21,37%	19,36%	29,70%	12,42%	60,89%	37,69%
S-2-A	27,48%	21,19%	29,70%	11,08%	6,45%	3,79%
S-2-B	16,79%	23,54%	29,70%	10,18%	3,72%	2,16%
S-3-A	18,32%	14,07%	5,94%	37,25%	23,07%	45,77%
S-3-B	16,03%	21,83%	4,95%	29,07%	5,88%	10,59%
Soma	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Elaboração: Equipe ITA (2021)

### **V-3. Etapa 3: Processamento do Ranqueamento dos Sítios**

O ranqueamento dos sítios potenciais deve ser realizado após o processo de visita de campo, tal como descrito no Capítulo IV deste manual, dependendo:

- das prioridades dos critérios de classificação obtidos por meio do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), para os diferentes grupos de especialistas envolvidos no processo decisório (ETAPA 1);

- dos parâmetros numéricos (métricas) dos critérios de classificação obtidos *in loco* ou por geoprocessamento devidamente padronizadas e harmonizadas (ETAPA 2);

O ranqueamento final do sítio aeroportuário é determinado pelo cálculo da média dos valores normalizados dos critérios classificatórios de cada sítio potencial ponderados pelas prioridades desses critérios obtidos da avaliação dos especialistas. A Tabela V-8 apresenta os resultados que foram obtidos por tratamento das prioridades (apresentadas na Tabela V-3) e das métricas classificatórias (apresentadas na Tabela V-7).

**Tabela V-8 Exemplo de cálculo dos scores dos sítios potenciais**

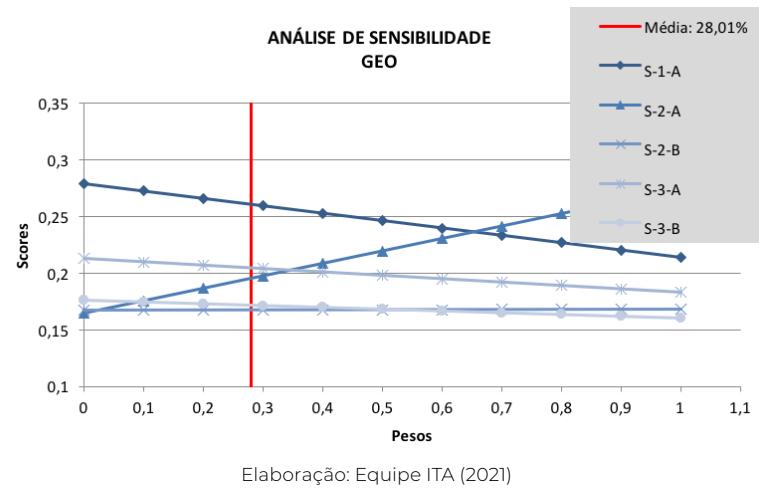
SÍTIO	GEO	TOP	RUI	DIS	ACE	DIP	Score
S-1-A	5,99%	6,44%	2,36%	1,57%	7,60%	2,11%	0,2608
S-2-A	7,70%	7,05%	2,36%	1,40%	0,81%	0,21%	0,1953
S-2-B	4,70%	7,84%	2,36%	1,29%	0,46%	0,12%	0,1677
S-3-A	5,13%	4,68%	0,47%	4,72%	2,88%	2,56%	0,2045
S-3-B	4,49%	7,27%	0,39%	3,68%	0,73%	0,59%	0,1716
Soma	28,01%	33,29%	7,94%	12,68%	12,49%	5,60%	1,00

Elaboração: Equipe ITA (2021)

Pela análise dos dados, verifica-se que o sítio S-1-A possui o melhor desempenho, seguido pelo sítio S-3-A.

Para a realização destes cálculos, sugere-se empregar o mesmo aplicativo web citado na seção 2 e detalhado no Apêndice V-B -Tutorial do aplicativo ME-SA-AIP. Inclusive, este aplicativo fornece outro importante resultado: a análise de sensibilidade dos pesos dos critérios classificatórios. A Figura V-8 apresenta a análise de sensibilidade do critério GEO. Percebe-se que uma variação para qualquer valor de GEO entre 0% e 65%, o sítio S-1-A seria o mais favorável. Com base no gráfico, para este exemplo específico, a conclusão é de que os resultados são robustos em relação à priorização do critério GEO.

Figura V-8 Exemplo de análise de sensibilidade



Recomenda-se a apresentação das análises de sensibilidade de todos os critérios classificatórios, apontando-se eventuais mudanças de ranqueamento que poderiam decorrer de variações marginais nos pesos dos critérios classificatórios.

#### V-4. Comentários Finais do Capítulo V

Neste Capítulo V são especificados os critérios classificatórios empregados para o ranqueamento dos sítios potenciais, de forma que se possa indicar as alternativas mais favoráveis à implantação aeroportuária. Tais procedimentos serão executados após a visita de campo, definida no Capítulo IV.

São indicados métodos para o cumprimento de três etapas de procedimentos visando ao ranqueamento: (1) Definição do Grupo de Especialistas e Priorização de Critérios; (2) Levantamento de métricas dos sítios potenciais; e (3) Processamento do ranqueamento dos sítios.

São indicados dois aplicativos web e seus tutoriais constam nos apêndices. Tais ferramentas tanto facilitam o processo, como geram uniformidade nas análises, facilitando-se também o processo de revisão e documentação do processo.

O próximo passo será a apresentação dos resultados, conforme os procedimentos do Capítulo VI.

# CAPÍTULO VI

## APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Foto: SOBREVOO NO ESTADO DE MINAS GERAIS.  
Créditos: Equipe ITA (2021)

# Apresentação do Capítulo VI

A escolha do sítio aeroportuário dependerá do conjunto dos resultados do trabalho de escritório e do trabalho de campo, que devem ser apresentados sistematicamente e em linguagem adequada, tanto para público técnico, quanto para gestores públicos.

Neste Capítulo são especificados os procedimentos e formatos para apresentação do estudo e organização dos dados. Deve-se buscar um detalhamento suficiente para que os resultados possam ser reproduzidos, avaliados e continuados em etapa de estudos e projetos do novo aeroporto.

## VI-1. Introdução

Os resultados dos trabalhos de prospecção podem ser resumidos em dois produtos relacionados: o BDG (Banco de Dados Geográficos) e o relatório da prospecção. Eles serão fundamentais para a decisão final sobre o sítio mais adequado e para suporte às etapas subsequentes. A Tabela VI-1 apresenta as entradas e saídas do Capítulo VI, quando visto como um processo.

**Tabela VI-1 Entradas e Saídas**

Dado	Observações	Tipo	Fonte/Destino
BDG (Banco de Dados Geográficos)	Deve estar atualizado, conforme trabalho de campo	Entrada	Capítulo II
Rankeamento e pontuação dos sítios	-	Entrada	Capítulo V
BDG (Banco de Dados Geográficos)	-	Saída	Demandante
Relatório de Prospecção	-	Saída	Demandante

Elaboração: Equipe ITA (2021)

## VI-2. Preparação do BDG para entrega

O BDG é componente essencial do processo de prospecção de sítios aeroportuários, conforme a metodologia que embasa o presente manual, com foco nos dados essenciais ao processo de prospecção de sítios aeroportuários. Por

esta razão, é essencial observar as disposições do Capítulo II, em conjunto com uma visão de melhoria contínua de práticas de campo e escritório. Como discutido no Capítulo IV, algumas informações sensíveis são verificadas em campo, a fim de se resguardar a qualidade do estudo.

O BDG deverá ser preparado para entrega aos diversos interessados, destacando-se pelo menos os seguintes motivos para a disponibilização dos dados:

- Transparência nas decisões relacionadas às atividades de prospecção de sítios;
- Documentação e arquivo, preservando-se a memória do processo;
- Eventual facilitação de atividades futuras, como o licenciamento ambiental e o planejamento da obra.

Não se entende, no entanto, que a cessão do BDG implique qualquer tipo de garantia das informações nele contidas por parte do concedente, pois a necessidade de validação do banco poderia criar custos proibitivos, inviabilizando a aplicação da metodologia. O cumprimento das práticas previstas neste manual é condição suficiente para a atividade alvo.

Como discutido no Capítulo II, deve-se adotar formatos de arquivos abertos e dados que não criem barreiras no repasse a terceiros. Além das práticas previstas no Capítulo II, sugere-se criar documento explicativo do BDG, que facilite a utilização a qualquer usuário com conhecimentos básicos em SIG (Sistema de Informações Geográficas). O usuário deve ser capaz de entender as fontes dos dados, a data de obtenção e os processamentos que foram executados. Relatos sobre a qualidade dos dados contidos no BDG também são encorajados.

Deve-se produzir cópia que possa ser transmitida em mídia física ou por serviços eletrônicos de compartilhamento de arquivos.

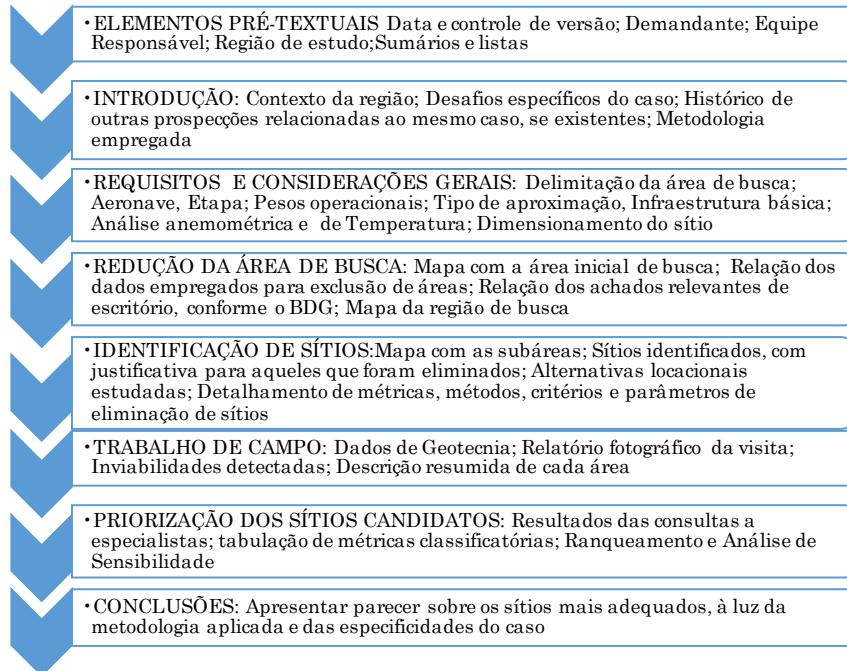
## VI-3. Relatório da Prospecção

O relatório de prospecção é o documento formal que apresenta os resultados dos trabalhos de escritório e de campo decorrentes do processo de busca por um novo sítio aeroportuário. Sua linguagem deve ser adequada a técnicos e a gestores públicos, deixando claros os requisitos, os métodos e as decisões apontadas.

Este manual não pretende estabelecer forma rígida para apresentação do relatório de prospecção, apresentando apenas requisitos mínimos e boas práti-

cas em termos de estrutura e conteúdo. A Figura VI-1 apresenta uma proposta, que pode ser adaptada.

**Figura VI-1 Estrutura sugerida para o relatório de prospecção**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

### VI-3.1 Introdução

Apresentar informações socioeconômicas sobre a região de estudo, as formas de acesso, os CGDs (Centros Geradores de Demanda), a infraestrutura de transporte e as condições de conservação desta infraestrutura. Descrever como o projeto do aeroporto se integra à região. Não há, no entanto, a necessidade de qualquer avaliação econômica do projeto.

Citar e resumir eventuais estudos prévios sobre o caso em questão, bem como locais previamente sugeridos para a implantação do aeroporto.

Apresentar a metodologia do estudo e a estrutura do relatório. No caso do emprego deste manual, apontar eventuais adaptações.

### VI-3.2 Requisitos e Considerações Gerais

Conforme as orientações do Capítulo I deste manual, declarar os requisitos para o futuro aeródromo. A Tabela VI-2 exemplifica a declaração dos requisitos.

**Tabela VI-2 Requisitos para a prospecção de sítio aeroportuário (exemplo)**

Requisito	Resumo	Descrição
Requisito 1	Área de busca	Os sítios devem estar contidos no município XX.
Requisito 2	Aeronave de Projeto	A aeronave de projeto é o B737-800.
Requisito 3	Etapa e Peso de Decolagem (PD).	Pretende-se atingir 100% da carga útil com etapa crítica até São Paulo/SP.
Requisito 4	Tipo de aproximação	Aproximação IFR de Não-Precisão.
Requisito 5	Infraestrutura disponibilizada	Elementos básicos do projeto em seu desenvolvimento final: uma Pista de Pouso e Decolagem (PPD) servida por pista de táxi paralela, pátio, terminal e sistema de acesso.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

Apresentar as análises de elevação, temperatura e ventos na região, apontando as estações empregadas, a resolução dos dados e os tratamentos estatísticos e matemáticos. Dimensionar o PPSit (Polígono Preliminar do Sítio), que deve acomodar a implantação pretendida em seu último estágio de desenvolvimento. Apresentar as orientações possíveis para a pista de pouso, com base nos critérios anemométricos.

### VI-3.3 Redução da Área de Busca

Conforme orientações do Capítulo II deste manual, deve-se produzir mapas que demonstrem a área inicial de busca e as decisões que levaram à eliminação de áreas. Cada área excluída deve dispor de informações que permitam rastrear a fonte do dado e o critério que levou à sua eliminação.

### VI-3.4 Identificação de Sítios Candidatos e Análises de Inviabilidades

Conforme orientações do Capítulo III deste manual, deve-se dividir a região de busca em subáreas. Todas as subáreas devem constar no relatório de prospecção, mesmo que nenhum sítio tenha sido identificado, neste caso, justificando-se a razão para tal.

É importante deixar claro ao leitor que a região de busca foi cuidadosamente analisada. Apresentar os sítios mantidos e os sítios eliminados. Recomenda-se o uso de mapas (como o apresentado na Figura VI-2) e também a produção de uma tabela-resumo, como a Tabela VI-3. Apresentar melhorias finas no posicionamento dos sítios, com a expectativa de seus ganhos em termos de impacto ambiental e social, ou em termos de custos.

**Tabela VI-3 Exemplo de tabela-resumo dos sítios potenciais**

Sítio	Localização centroide do sítio*			Dados Analisados***			Status
	E	N	Direção**	TOPAlt	Elevação média	TOPVol	
	m	m	°	m	m	m <sup>3</sup>	
S-1-A	650.500,8	8.703.000,8	30,1000	36	96	2.529.032	Permanece
S-1-B&	647.010,4	8.697.700,5	100,2000	20	30	1.127.031	Eliminado
S-1-C	650.004,9	8.697.720,7	130,5000	55	60	3.492.794	Eliminado
S-1-D&	654.928,2	8.697.698,2	40,6000	21	22	1.397.117	Eliminado
S-2-A	647.110,8	8.695.124,5	111,9000	25	60	1.521.458	Permanece
S-3-A	632.001,4	8.698.357,4	30,3000	12	122	1.315.547	Permanece
S-3-B	633.125,2	8.696.357,6	10,8000	14	121	1.591.721	Permanece
S-3-C	634.236,8	8.692.644,0	20,2000	19	118	1.356.323	Permanece
S-3-D	637.000,2	8.697.770,5	110,3000	45	114	4.492.794	Eliminado
S-4-A ****	650.500,7	8.687.456,7	142,2000	18	31	1.356.323	Permanece

\* UTM, SIRGAS 2000 F24S.

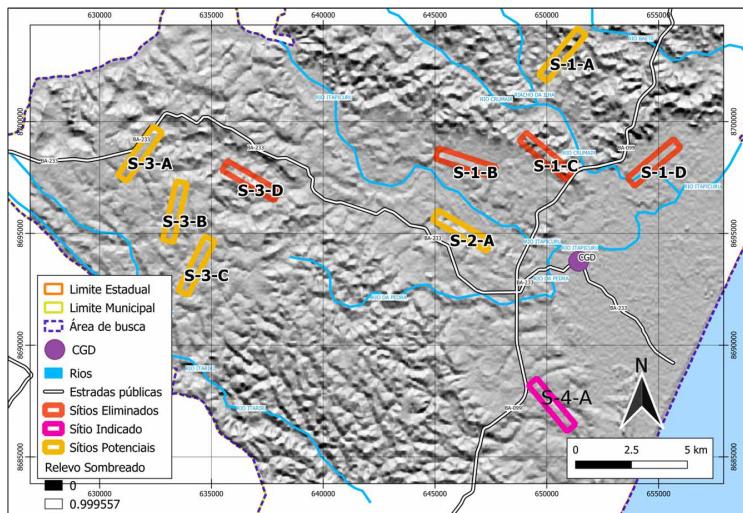
\*\* N Verdadeiro, projeção UTM.

\*\*\* Avaliados sob MDE construído com base em TOPODATA (2012).

\*\*\*\* Sítio sugerido pela autoridade local. & excluído com base no critério OBS

Elaboração: Equipe ITA (2021).

Figura VI- 2 Mapa dos sítios avaliados



Elaboração: Equipe ITA (2021), com o relevo baseado em TOPODATA (2012)

É necessário apresentar as coordenadas exatas dos sítios em estudo, além dos mapas. Perceba que, com os dados da Tabela VI-3 e com as dimensões do PPSit (retângulo que representa a área de busca), é possível reconstruir os vértices dos sítios de forma precisa. Além disso, indicar os sítios que tenham eventualmente sido indicados por terceiros, como é o caso do sítio S-4-A da Figura VI-2.

### VI-3.5 Trabalho de Campo

O Capítulo IV apresenta informações sobre o planejamento e a execução do trabalho de campo. Deve-se sintetizar no relatório os achados de campo com emprego de mapas, fotografias e tabelas. Apresentar as informações individualizadas por sítio. A Tabela VI-4 apresenta um modelo de tabela que resume os achados de campo para dado sítio.

Tabela VI- 4 Descrição do Sítio S-1-A

Tópico	Descrição
Vegetação	Predomina o cultivo de eucalipto.
Hidrografia	Nenhum corpo d'água foi encontrado em escritório ou em campo.
Topografia	A área é relativamente elevada e plana, quando comparada à vizinhança.
Características do Solo	Areno-argiloso Cinza, com ensaios indicando boa capacidade de suporte.
Acesso terrestre	Próximo à BA-233, localidade de Altamira. O acesso à rodovia é fácil e existem estradas de terra em bom estado.
Descrição do Entorno	Região desabitada, com o vilarejo iniciando-se a cerca de 600m desde a lateral do sítio.
Benfeitorias	Nada foi identificado.
Obstáculos	Não foram identificados obstáculos.

Elaboração: Equipe ITA (2021)

A Figura VI-3 e a Figura VI-4 trazem um exemplo de apresentação de dados fotográficos, com indicação da direção e posição da foto. Além das imagens, deve-se descrever textualmente as constatações.

**Figura VI- 3 Exemplo de apresentação de fotos de campo: marcação dos pontos**



Elaboração: Equipe ITA (2021), sob imagem do (Google Earth, 2020)

**Figura VI-4 Exemplo de apresentação de fotos de campo**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

A mesma técnica pode ser empregada para a apresentação de pontos de interesse na região, como aterros sanitários e potenciais obstáculos. Isso é exemplificado na Figura VI-5. Além das imagens e descrições, apresentar no texto ou em um anexo informações que permitam avaliar os achados, como coordenadas, altura aproximada do objeto, etc.

**Figura VI- 5 Exemplo 2 de apresentação de fotos de campo**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

Incluir como Apêndice o relatório geotécnico elaborado pelo especialista, assim como os dados resumidos no corpo do texto. O Capítulo IV traz exemplos sobre a apresentação destes dados, além de um exemplo de relatório geotécnico.

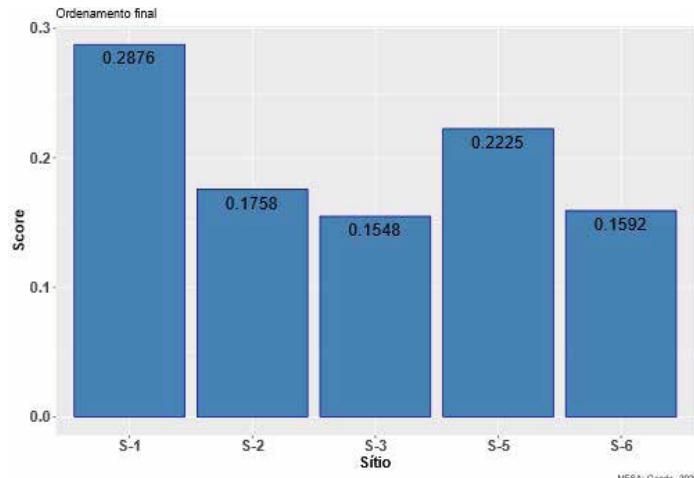
### VI-3.6 Priorização dos Sítios Potenciais

O Capítulo V apresenta as diretrizes para os procedimentos que levam ao ranqueamento dos sítios, inclusive sugerindo aplicativos especializados para este fim.

Apresentar no texto ou em anexo as priorizações dos especialistas, inclusive as descartadas, e tabelas intermediárias de cálculo. O Capítulo V apresenta exemplos sobre a apresentação destes dados. Os aplicativos sugeridos podem ser utilizados para a geração de imagens e, além disso, permitem o download dos dados em formato CSV.

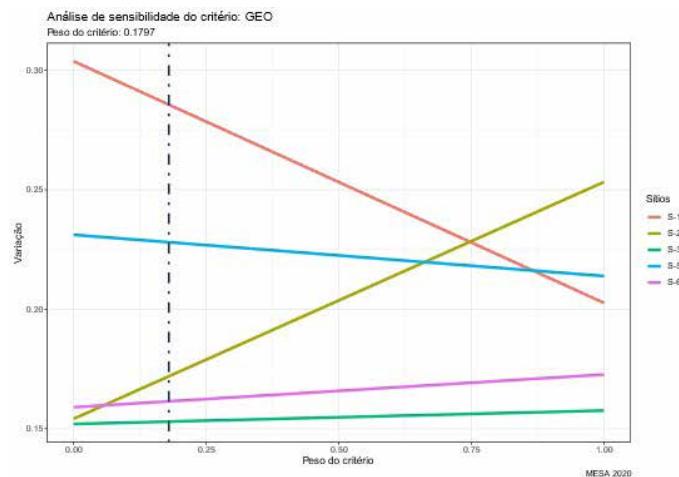
Apresentar análises de sensibilidade para os pesos dos critérios classificatórios. Avaliar e discutir a robustez do ranqueamento final. A Figura VI-6 ilustra um ranqueamento, onde a maior pontuação define a maior favorabilidade. Já a Figura VI-7 é um exemplo de análise de sensibilidade para o critério GEO (Geotecnia).

**Figura VI-6 Exemplo de ranqueamento**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

**Figura VI-7 Exemplo 2 de apresentação de fotos de campo**



Elaboração: Equipe ITA (2021)

### VI-3.7 Apresentação das conclusões sobre o estudo

O objetivo deste manual é apoiar a identificação e a avaliação objetiva dos sítios potenciais de acordo com sua favorabilidade à implantação de um aeroporto regional. No entanto, dada a complexidade do problema e a impossibilidade de controle de todas as variáveis intervenientes, cabe aos interessados a decisão final, com base no *ranking* apresentado.

Assim, o relatório da prospecção deve apresentar informações adicionais obtidas em campo ou escritório que possam ser relevantes aos decisores, como por exemplo:

- Possíveis dificuldades no processo de licenciamento, construção e operação do aeroporto;
- Questões relacionadas ao acesso aeroportuário;
- Questões relacionadas ao entorno do aeroporto e à sua relação com as aglomerações urbanas;
- Inter-relações com obras planejadas ou em andamento.

#### **VI-4. Comentários Finais do Capítulo VI**

Este Capítulo VI propõe um roteiro para apresentação de resultados em estudos de prospecção de sítios aeroportuários. São apresentados elementos mínimos a serem incluídos. Recomenda-se que a estrutura apresentada seja adotada para fins de padronização, mas a equipe de prospecção pode fazer as adaptações necessárias. Estimula-se o uso de mapas, fotografias e outros recursos grá-

ficos em conjunto com informações detalhadas nas formas de tabelas e anexos.

É essencial que o relatório apresente todas as alternativas locacionais estudadas, enfatizando-se as inviabilidades e melhorias decorrentes. O nível de detalhamento deve ser suficiente para que as conclusões obtidas possam ser avaliadas. Neste endereço pode ser encontrado um exemplo de relatório de prospecção.

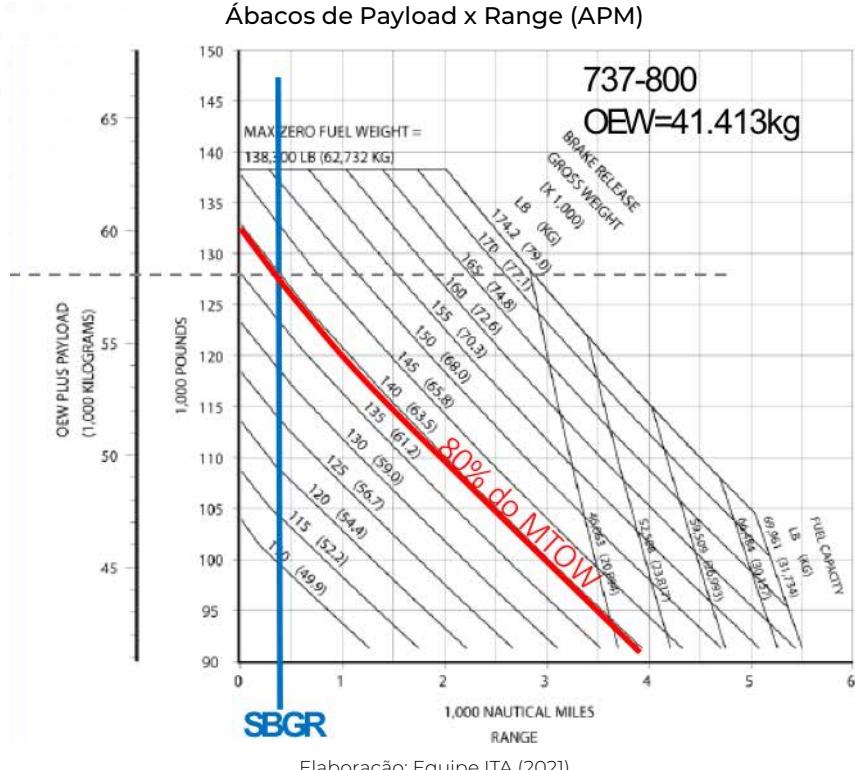
Além do relatório, a equipe de prospecção deve preparar o BDG para entrega, agregando-se transparência e objetividade ao processo em questão.

# APÊNDICES

Foto: SOBREVOO NO ESTADO DE MINAS GERAIS.  
Créditos: Equipe ITA (2021)

## Apêndice I-A – Exemplo de correções de comprimento da PPD

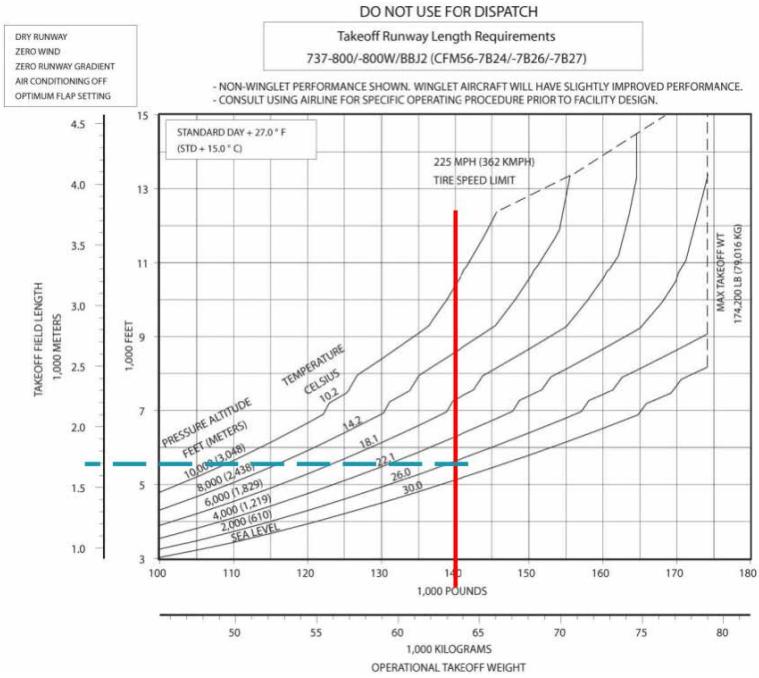
Ex.: B737-800, etapa de 400NM, 78% da carga útil, Tref0m de 34° C, Hmax\_Prospecção de 610m. Qual o comprimento da PPD?



Nota-se que para um mesmo peso de decolagem, a % de carga útil vai sendo perdida para maiores etapas.

O peso de decolagem será de 140.000 libras para que a aeronave possa cumprir uma etapa de 400NM até o hub de SBGR com 78% da carga útil.

### Comprimento de pista de decolagem B-737-800 (ábaco ISA+15)



Tipo de correção	Fator	Fator aplicável
Temperatura	1% / °C	1,04
Elevação	7% para cada 300m acima do MSL	1,0 (pois a curva já se encontra a 610m)
Declividade	10% para cada 1% de declividade efetiva.	
Para efeitos de prospecção, adotar 0,5% de declividade efetiva.	1,05	

## Apêndice I-A – Exemplo de correções de comprimento da PPD

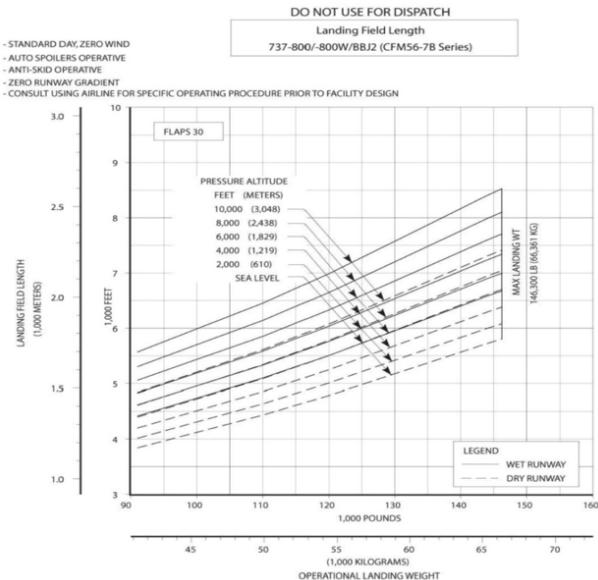
Tipo de correção	Fator	Fator aplicável
Correção Total	-	acréscimo de 9,2% para decolagem
Comprimento do ábaco (ISA+15°C, 610m)	-	1.700m
Comprimento final	-	1.856m

### REFERÊNCIAS:

BOEING. 737 Airplane Characteristics for Airport Planning. Boeing Commercial Airplanes. [S.I.], p. D6-58325-6. 2013.

ICAO. International Civil Aviation Organization. Aerodrome Design Manual. Part 1 — Runways. Doc 9157. 3rd edition, 2006.

### Comprimento de pista para pouso



### CONCLUSÃO

São necessários 1.850m de pista.

## Apêndice II-A – Fontes para os planos de informação

PLANILHA METADADOS			
TEMA	PLANO DE INFORMAÇÃO	FONTE	ENDEREÇO
Uso do Solo	Estado	IBGE	<a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&amp;t=downloads">https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&amp;t=downloads</a>
	Município	IBGE	<a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&amp;t=downloads">https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html?=&amp;t=downloads</a>
	Setores Censitários	IBGE	<a href="ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios_divisoes_intramunicipais/censo_2010/setores_censitarios_shp/">ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios_divisoes_intramunicipais/censo_2010/setores_censitarios_shp/</a>
	Área do imóvel	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	UC – Todas	Min. Meio Ambiente	<a href="http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data-download.htm">http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data-download.htm</a>
	Área de Preservação Permanente (APP)	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	Reserva Legal	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	Terra Indígena	FUNAI	<a href="http://www.funai.gov.br/index.php/shape">http://www.funai.gov.br/index.php/shape</a>
	Terras Quilombolas	INCRA	<a href="http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py">http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py</a>
	Assentamentos	INCRA	<a href="http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py">http://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py</a>
	Florestas Públicas	Min. Meio Ambiente	<a href="http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data-download.htm">http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data-download.htm</a>
	Sítios Arqueológicos	IPHAN	<a href="http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1701/">http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1701/</a>
Hidrografia, Fauna e Flora	Rios	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>

PLANILHA METADADOS			
TEMA	PLANO DE INFORMAÇÃO	FONTE	ENDEREÇO
	Rios	Min. Minas e Energia (CPRM)	<a href="http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapas-de-Geodiversidade-Estadais-1339.html">http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapas-de-Geodiversidade-Estadais-1339.html</a>
	Nascentes	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	Vegetação Nativa	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	Lagos	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	Banhados	SiCAR	<a href="http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index">http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index</a>
	Áreas Sensíveis Relacionadas a Aeroportos	ICMBio	<a href="https://www.icmbio.gov.br/portal/publicacoes?showall=&amp;start=7">https://www.icmbio.gov.br/portal/publicacoes?showall=&amp;start=7</a>
Infraestrutura	Aeroportos	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Aeroportos	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
	Aeródromos	ANAC	<a href="https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos-civis">https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos-civis</a>
	Rodovias Federais	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Rodovias Federais	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
	Rodovias Federais	DNIT	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Rodovias Estaduais	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>

## Apêndice II-A – Fontes para os planos de informação

PLANILHA METADADOS			
TEMA	PLANO DE INFORMAÇÃO	FONTE	ENDEREÇO
	Rodovias Estaduais	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
	Rodovias Estaduais	DNIT	<a href="https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/atlas-e-mapas">https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/atlas-e-mapas</a>
	Ferrovias	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Ferrovias	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
	Hidrovias	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Hidrovias	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
	Dutos	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Dutos	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
	Portos	Min. da Infraestrutura	<a href="http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124">http://antigo.infraestrutura.gov.br/component/content/article.html?id=5124</a>
	Portos	OpenStreetMap (OSM)	<a href="https://www.openstreetmap.org/export">https://www.openstreetmap.org/export</a>
Geração de Energia	Linhas de Transmissão	Min. Meio Ambiente	<a href="http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data-download.htm">http://mapas.mma.gov.br/i3geo/data-download.htm</a>
	Linhas de Transmissão	OpenStreetMap (OSM) e ANEEL	<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Subestações		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Gasodutos		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Minerodutos		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Oleodutos		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>

PLANILHA METADADOS			
TEMA	PLANO DE INFORMAÇÃO	FONTE	ENDEREÇO
	Polidutos		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Bases Combustíveis		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Bases GLP		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Refinarias de Petróleo		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Usinas: Diversas		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
	Pequenas Centrais Hidrelétrica (PCH's)		<a href="https://sigel.aneel.gov.br/Down/">https://sigel.aneel.gov.br/Down/</a>
Imagens da Terra	Altitude – TopoData	INPE	<a href="http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/">http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/</a>
	Altitude – Alos/Palsar	EarthData	<a href="https://search.asf.alaska.edu/">https://search.asf.alaska.edu/</a>
	Sentinel 2	LandViewer	<a href="https://eos.com/landviewer">https://eos.com/landviewer</a>
	Sentinel 2	Copernicus	<a href="https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home">https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home</a>
	Sentinel 2	Earth Explorer	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
	Landsat 8	Earth Explorer	<a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>
	Landsat 8	LandViewer	<a href="https://eos.com/landviewer">https://eos.com/landviewer</a>
População	Densidade população 30m	GHSL	<a href="https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/download.php">https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/download.php</a>
	Densidade população 30m	HDX	<a href="https://data.humdata.org/dataset/brazil-high-resolution-population-density-maps-demographic-estimates">https://data.humdata.org/dataset/brazil-high-resolution-population-density-maps-demographic-estimates</a>
Dados diversos	Portal brasileiro dados abertos	Dados.gov	<a href="http://dados.gov.br/dataset?tags=Geoespacial&amp;res_format=ZIP+SHP">http://dados.gov.br/dataset?tags=Geoespacial&amp;res_format=ZIP+SHP</a>
	Catálogo Geoserviços	INDE	<a href="https://inde.gov.br/CatalogoGeoservicos">https://inde.gov.br/CatalogoGeoservicos</a>

## Apêndice II-B – Métricas dos criterios eliminatórios

Critério Eliminatório	Áreas eliminadas	Métrica	Recomendações e Referências	Referência específica
Espaço aéreo (ESP)				
	Próximas de aeródromos (com IFR)	Raio de 43.000 m	ICA 11-408	Tabela 4-3
	Próximas de aeródromos (com VFR)	Raio de 15.000 m	ICA 11-408	Tabela 4-3
Proteção Ambiental (AMB)				
	Cursos d'água com menos de 10 m de largura	Afastamento da borda da calha de 30 m	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso I – alínea a)
	Cursos d'água de 10 m a 50 m de largura	Afastamento de margem de 50 m	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso I – alínea b)
	Cursos d'água de 50 m a 200 m de largura	Afastamento de margem de 100 m	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso I – alínea c)
	Cursos d'água de 200 m a 600 m de largura	Afastamento de margem de 200 m	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso I – alínea d)
	Cursos d'água acima de 600 m de largura	Afastamento de margem de 500 m	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso I – alínea e)
	Nascentes e olhos d'água	Raio de afastamento 50 m	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso IV
	As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais	Afastamento de 100 m do entorno	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso II – alínea a)

Critério Eliminatório	Áreas eliminadas	Métrica	Recomendações e Referências	Referência específica
	Áreas de restinga, fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;	---	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso VI
	Áreas de manguezais em toda a sua extensão	---	Código florestal Lei nº 12.727/12, juntamente com lei 12.651	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso VII
Uso do Solo (URB)	Aglomerações urbanas	Afastamento de 2 km		
Perigos aproximação (PER)	Migração de aves	---	CONAMA nº462/2014	Obs.: critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre
	Áreas sensíveis de espécies ameaçadas de extinção relacionadas a aeroportos	---	Relatório da Coordenação de Avaliação do Estado de Conservação da Biodiversidade /2016	Critérios CONAMA 470/2015
Aterros sanitários	Próximas de aterros sanitários	Raio de 20 km	Lei 12.725 de 2012	Art. 1º inciso I
Linhas de transmissão/ distribuição	Faixa de passagem/ faixa de domínio	Depende da tensão, varia de 20 a 30 m (dependendo também da concessão)	NBR 5422/85	
	Faixa de servidão	25 m	NBR 15688/12	Fig. 13

## Apêndice II-B – Métricas dos criterios eliminatórios

Critério Eliminatório	Áreas eliminadas	Métrica	Recomendações e Referências	Referência específica
Topografia	Faixa de servidão	Varia dependendo da concessãoária valores em torno de 45 m	Decreto 35.851/54	Art. 4º
	Inclinação:	Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º (Considera APP)	Código florestal Lei nº 12.727/12	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso IX
	Inclinação:	Eliminação de áreas em encostas ou partes destas com declividade superior a 45º (Considera APP)	Código florestal Lei nº 12.727/12	Capítulo II – Seção I – Art. 4º – Inciso V

Critério Eliminatório	Áreas eliminadas	Métrica	Recomendações e Referências	Referência específica
Rodovias	Faixa de domínio + faixa “non-aedificandi”	Faixa de domínio a média da largura é entre 15 a 60 metros. Por isso sempre devem ser consultadas as autoridades responsáveis, Prefeituras Municipais, Departamento Estadual, DAER, DNIT ou outro.	A Lei nº 6766/79	Art 4º, inciso III
		+ 15 m de faixa “non-aedificandi”		
Infraestrutura (INF)	Faixa de servidão mais afastamento para edificações	Faixa de servidão com 20 m de largura acompanhando o eixo do duto + 15 m de faixa não edificável	Decreto Federal de 28/08/1996	Art. 1º
	Faixa de servidão	15 m de afastamento da faixa de servidão, para o caso de edificações	Portaria ANP Nº 125, DE 5.8.2002	Art. 1º

Elaboração: Equipe ITA (2021)

## Apêndice II-C – Nomenclatura de Arquivos no BDG:

A nomenclatura padrão sugerida para os arquivos do BDG é mostrada na figura:

LUGAR_DADO-E-FONTE_PROJEÇÃO-REFERENCIADA-CÓDIGO-EPSG_DATA			
1	2	3	4

Na ordem: localidade (1) onde será feita a prospecção; dado e fonte (2) onde foi adquirido o dado; código EPSG do sistema de projeção SIRGAS2000 adotado (3); e data (4) de obtenção do dado. Note que a nomenclatura possui 4 instâncias separadas pelo símbolo traço \_ (do inglês underline) e dentro das instâncias

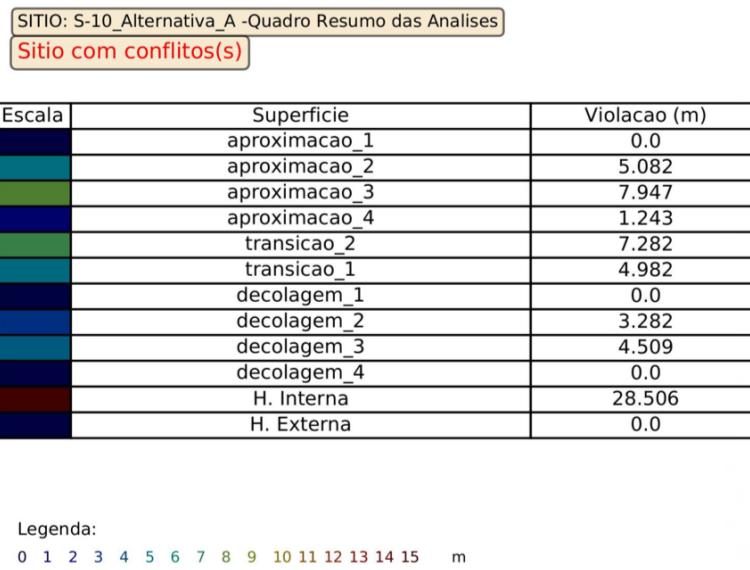
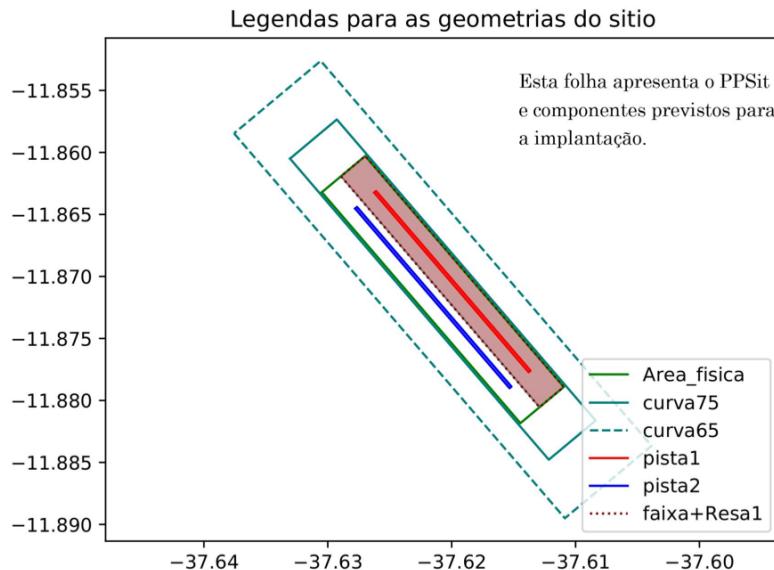
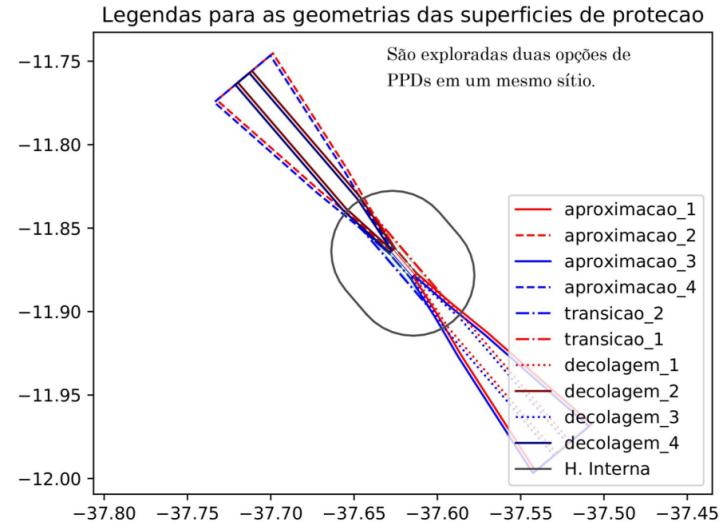
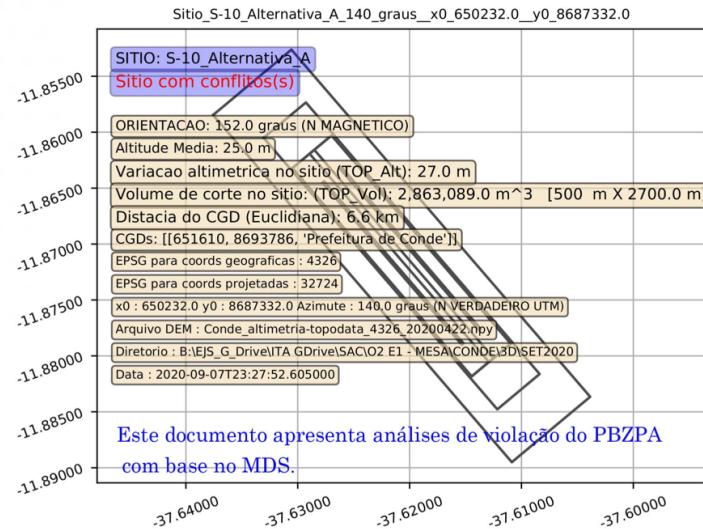
as informações são separadas por traço \_. Para a instância DATA, a organização fica como dia, mês e ano juntos (DDMMYYYY). Evitar caracteres especiais como “ “ ”, “ç”, “ã”, “á”, “à”, entre outros, assim como espaços em branco.

Como exemplo para nomeação de um arquivo tomemos um dado do limite municipal da cidade de Maragogi-AL:

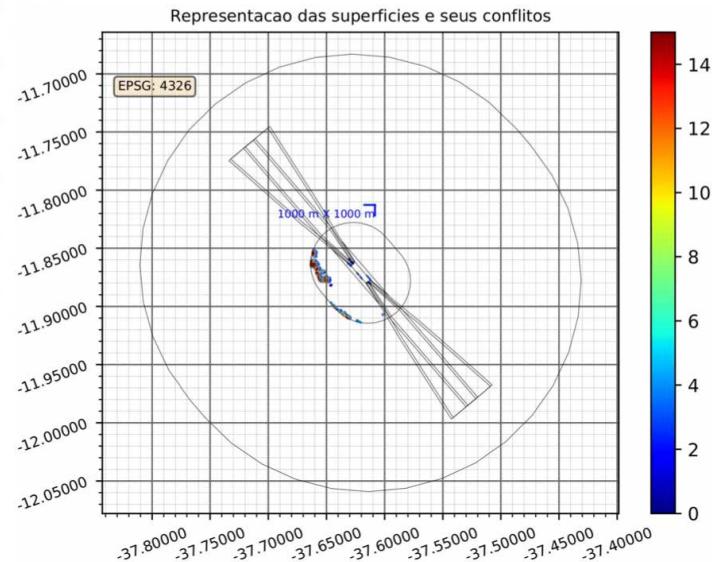
Ex.: Maragogi\_limite-municipal-IBGE\_31984\_11072020

**OBS.:** Alternativamente, pode-se adotar outros padrões, desde que a nomenclatura seja consistente.

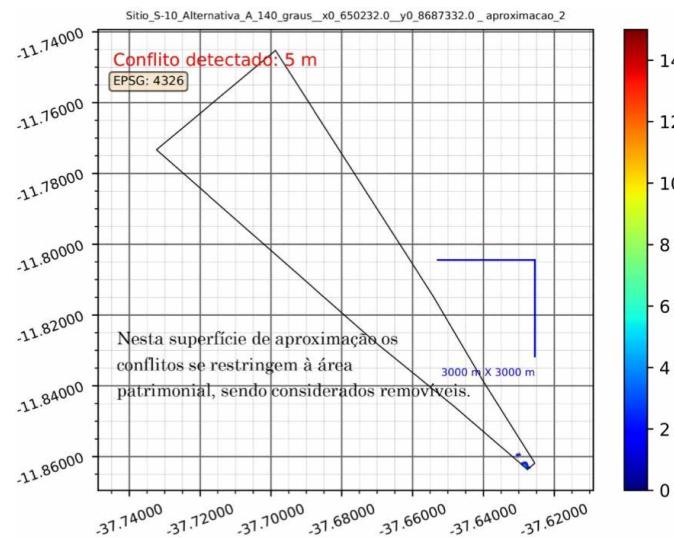
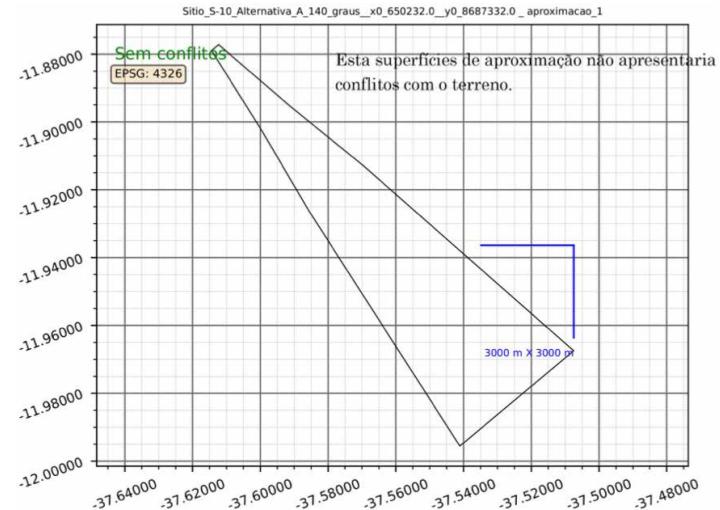
## Apêndice III-A – Exemplo de avaliação do PBZPA preliminar



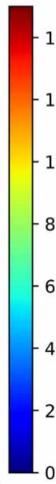
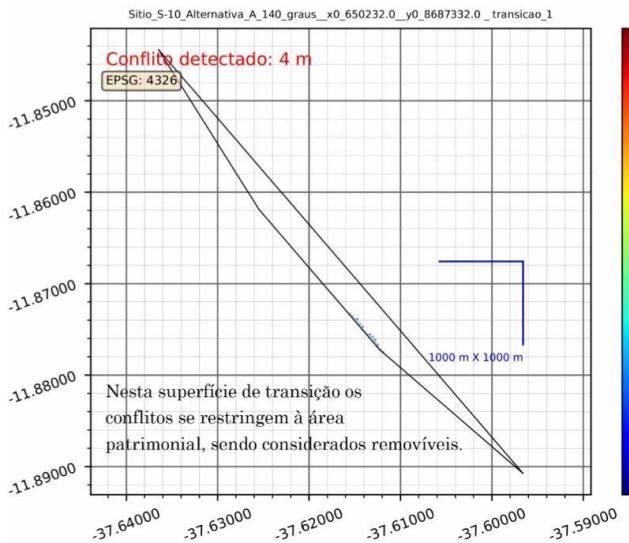
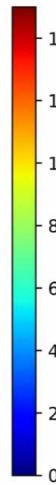
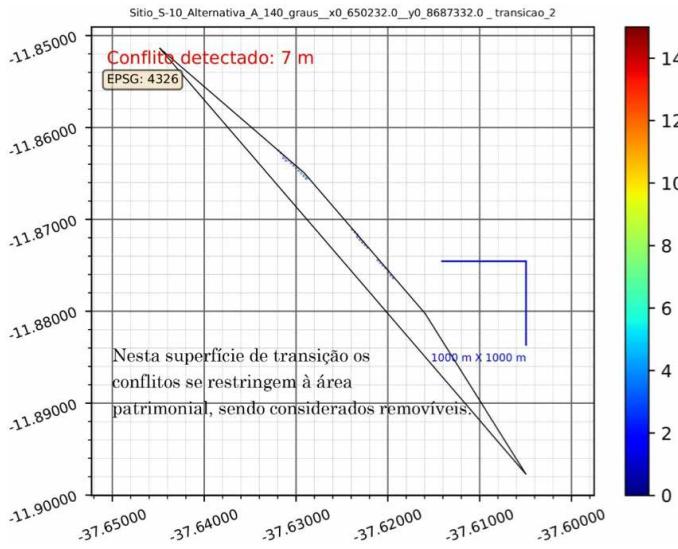
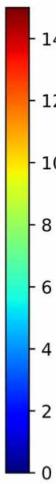
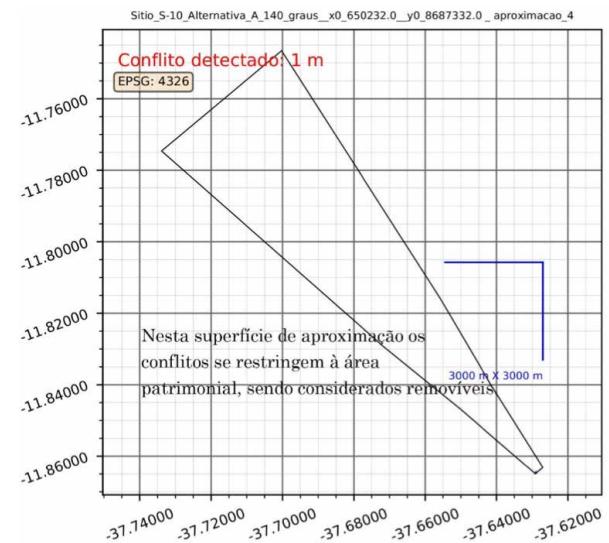
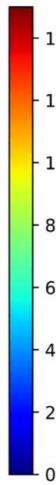
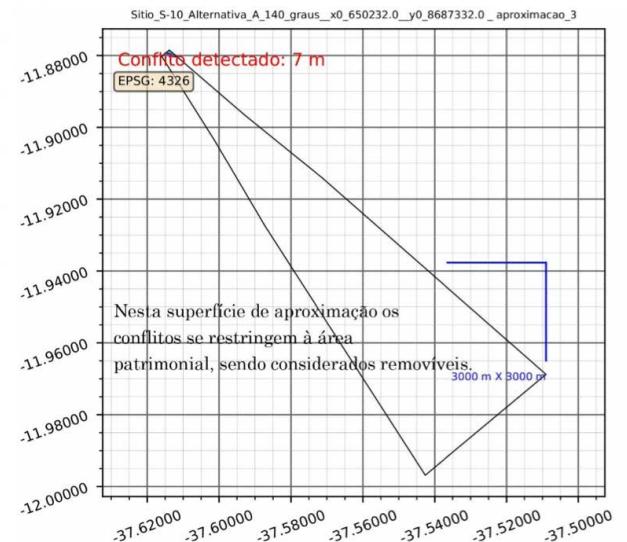
## Apêndice III-A – Exemplo de avaliação do pbzpa preliminar



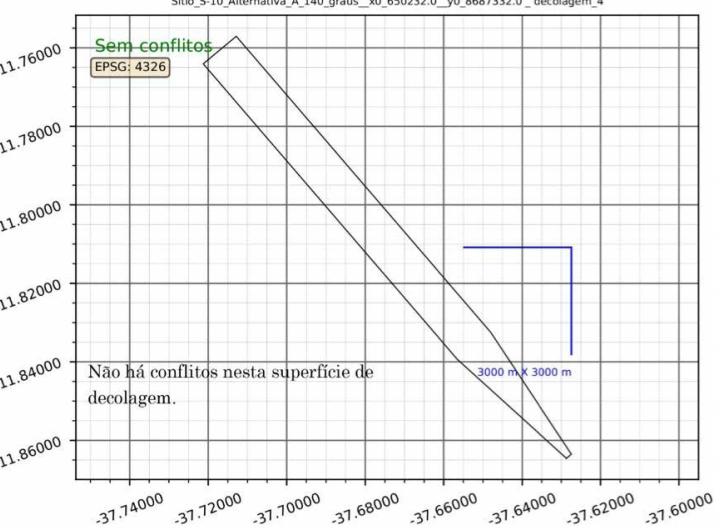
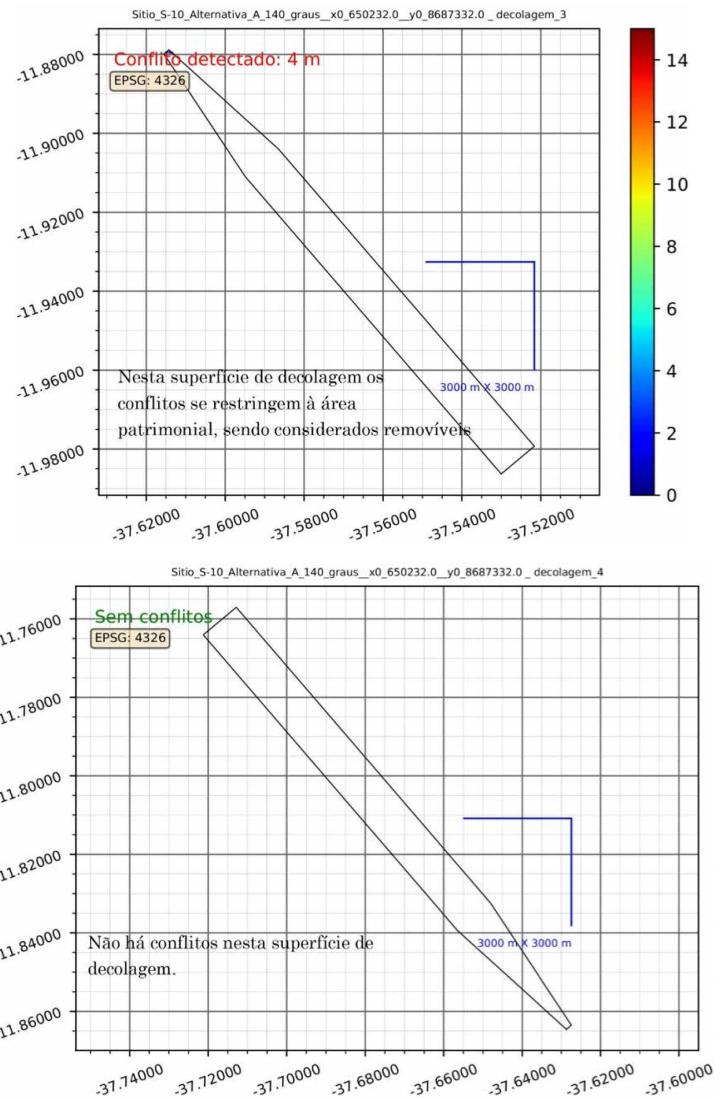
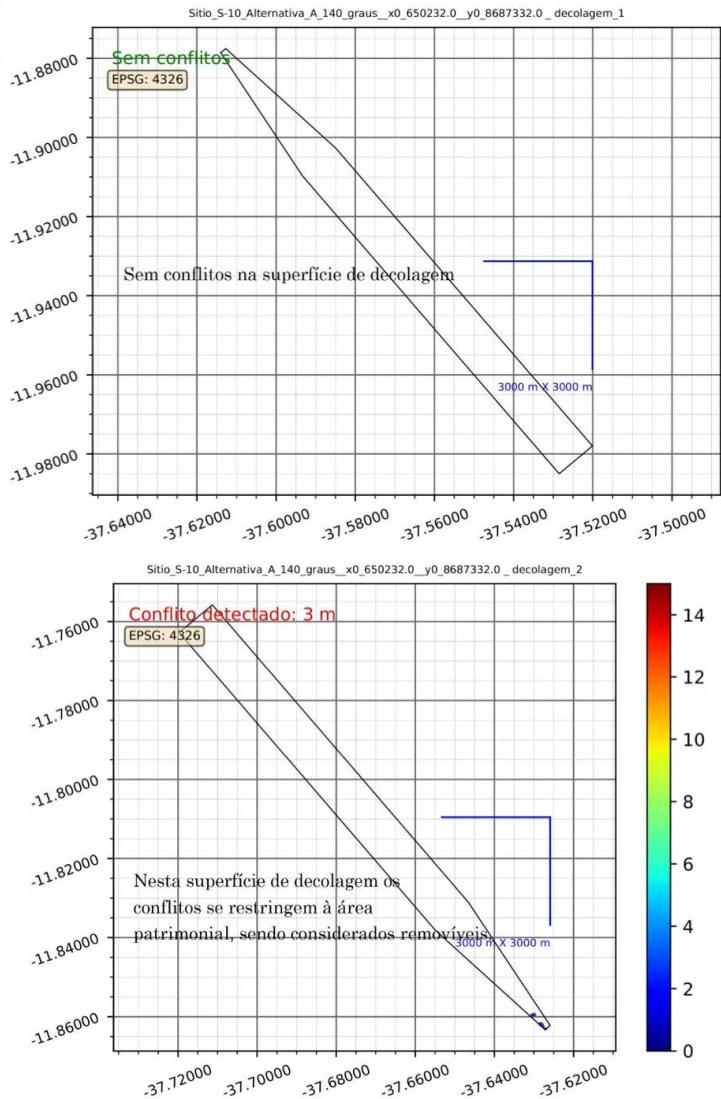
As páginas seguintes apresentam os detalhamentos para cada superfície



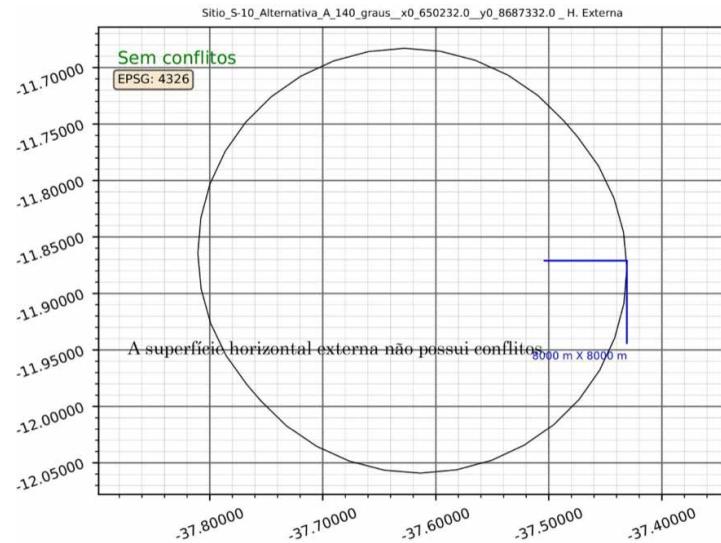
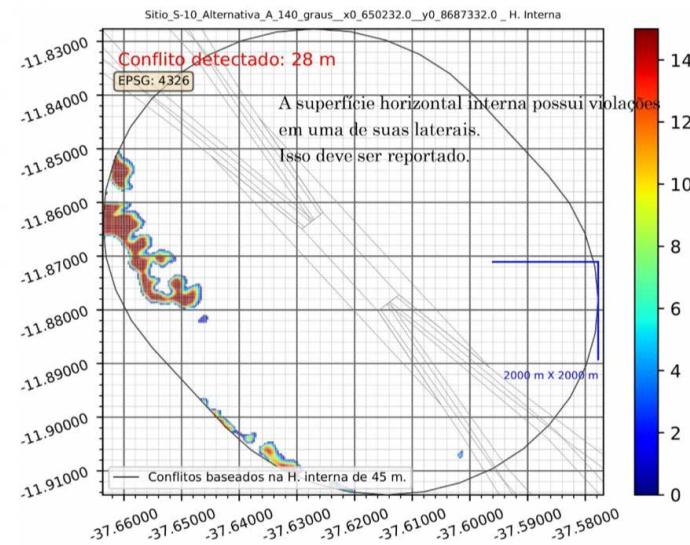
## Apêndice III-A – Exemplo de avaliação do pbzpa preliminar



## Apêndice III-A – Exemplo de avaliação do pbzpa preliminar



## Apêndice III-A – Exemplo de avaliação do pbzpa preliminar



## Apêndice IV-A – exemplo de relatório geotécnico

### Introdução

#### Investigação Geotécnica

Projetos Geotécnicos de qualquer natureza são normalmente executados com base em ensaios de campo, cuja medidas permitem uma definição satisfatória de estratigrafia do subsolo e uma estimativa realista das propriedades geomecânicas dos materiais envolvidos.

O reconhecimento das condições do subsolo constituem pré-requisito para projetos seguros e econômicos garantindo soluções mais racionais.

#### Objetivo

Os ensaios realizados nessa fase têm como objetivo caracterizar os solos em áreas, na região de Conde, Bahia, e serem utilizados como mais um parâmetro de análise, para escolha de sítio (Figural)



Figura 1-Mapa da Região Conde

Foram realizados in situ os ensaios de Sondagem a Trado, Coleta de Amostra, Visual – Tátil, DCP- Resistência a Penetração e ensaios em laboratório de Umidade Natural, Limites de Atterberg e Granulometria nos solos coletados em áreas pré-determinadas como Sítio 1, Sítio 2, Sítio 3, Sítio 5, Sítio 6, Sítio 9 e Sítio 10. Os pontos de coleta podem ser localizados nos mapas dos sítios.

### Normas Relacionadas

- ASTM D-6951 *Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications*;
- NBR 9603 – Sondagem de Simples Reconhecimento de Solos;
- NBR 7250 – Identificação e Descrição de Amostra de Solos obtidas em Sondagem;
- NBR 6457 – Preparação de Amostra para Ensaio de Caraterização;
- NBR 6459 – Ensaio de Limite de Liquidez;
- NBR 7180 – Ensaio de Limite de Plasticidade;
- NBR 7181 – Análise Granulométrica.

## Apêndice IV-A – exemplo de relatório geotécnico

### Ensaios de Campo – NBR 9603

Extração e Coleta de Amostras: Sondagem a trado

Foram feitas perfurações de Sondagem a trado, de 0,20 m até 1,5 m extraindo e coletando amostra para análise dos solos em laboratório. (Figura 2)



Figura 2-Coleta de Amostra

### Identificação Visual – Tátil – NBR 7250

- Sitio 1 G1 Areno Argiloso Cinza
- Sitio 1 G2 Areno Argiloso Cinza
- Sitio 1 G3 Areno Argiloso Cinza
- Sitio 2 G1 Areno Argiloso vermelho com pedregulho
- Sitio 2 G2 Areno Argiloso vermelho com pedregulho
- Sitio 2 G4 Areno Cinza com pedregulho
- Sitio 2 G5 Areno Argiloso Marrom
- Sitio 3 G1 Areno Argiloso Vermelho
- Sitio 3 G2 Areno Argiloso Vermelho
- Sitio 3 G3 Areia
- Sitio 5 G1 Areno Argiloso Cinza
- Sitio 5 G2 Areno Argiloso Vermelho com pedregulho
- Sitio 6 G1 Areno Argiloso preto
- Sitio 6 G2 Areno Argiloso Cinza
- Sitio 6 G3 Areia
- Sitio 9 Areno Argiloso Vermelho
- Sitio 10 G1 Areno Argiloso Vermelho
- Sitio 10 G2 Areia
- Sitio 10 G3 Areia

Ver Figura 3.

## Apêndice IV-A – exemplo de relatório geotécnico



Figura 3-Amostras



Figura 4-Cortes e Taludes

## Apêndice IV-A – exemplo de relatório geotécnico

### Ensaios de Penetração Dinâmica – DCP – ASTM D-6951 e Correlação DCP ITA

Foram realizados Ensaios de Penetrômetro Dinâmico de Cone – DCP a profundidade de 0 a 3m para avaliar e estimar o Grau de Compactação dos Solos. (Figura 5)

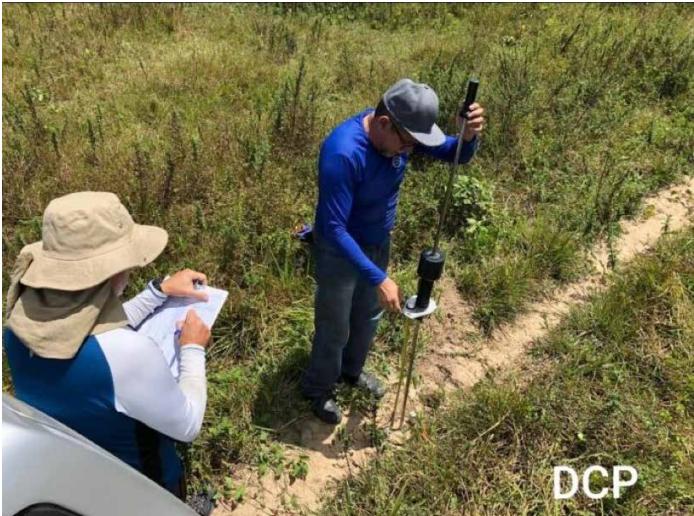


Figura 5-Ensaio DCP

### Planilhas e Gráficos – DCP

#### CONDE S1 G1

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROSPACE – DCTA Divisão de Engenharia Civil – ITA Laboratório de Geotecnia							PENETRÔMETRO DINÂMICO DE CONE – DCP Planilha de Campo					
Local:		CoNDE										
Designação:	SITIO 01	Fonte: (jazida)										
Estaca:	G1	Operador:			Reinaldo							
Posição:		Data:			12/11/2019							
Camada:		Leitura Inicial:			7mm							
Nº Golpes	Leitura (mm)	Penet. (mm)	Nº Golpes	Leitura (mm)	Penet. (mm)	Nº Golpes	Leitura (mm)	Penet. (mm)	Nº Golpes			
0	7	0	79	11870	17,0	158	2332	13				
1	57	50	80	1204	16,0	159	2345	13				
2	82	25	81	1220	15,0	160	2358	12				
3	102	20	82	1235	15,0	161	2370	14				
4	118	16	83	1250	14,0	162	2384	14				
5	130	12	84	1264	15,0	163	2398	16	237			
6	142	12	85	1279	16,0	164	2414	14	238			
7	155	13	86	1295	16,0	165	2428	14	239			
8	166	11	87	1311	16,0	166	2442	13	240			
9	179	13	88	1327	17,0	167	2455	14	241			
10	190	11	89	1344	17,0	168	2469	13	242			
11	201	11	90	1361	15,0	169	2482	16	243			
12	219	18	91	1376	17,0	170	2498	14	244			
13	231	12	92	1393	16,0	171	2512	14	245			
14	246	15	93	1409	15,0	172	2526	13	246			
15	258	12	94	1424	15,0	173	2539	12				
16	269	11	95	1439	13,0	174	2551	14				
17	281	12	96	1452	17,0	175	2565	14				
18	293	12	97	1469	18,0	176	2579	15				
19	301	8	98	1487	15,0	177	2594	17				
20	318	17	99	1502	15,0	178	2611	16				
21	332	14	100	1517	17,0	179	2627	16				
22	345	13	101	1534	14,0	180	2643	15				
23	356	11	102	1548	16,0	181	2658	14				
24	367	11	103	1564	14,0	182	2672	14				
25	378	11	104	1578	15,0	183	2686	6				
26	390	12	105	1593	15,0	184	2692	6				
27	403	13	106	1608	15,0	185	2698	6				
28	417	14	107	1623	15,0	186	2704	6				
29	432	15	108	1638	15,0	187	2710	6				
30	450	18	109	1653	16,0	188	2716	6				
31	470	20	110	1669	14,0	189	2722	6				
32	490	20	111	1683	15,0	190	2728	6				
33	510	20	112	1698	16,0	191	2734	6				
34	530	20	113	1714	16,0	192	2740	7				
35	550	20	114	1730	17,0	193	2747	7				
36	570	20	115	1747	17,0	194	2754	7				

(continua)

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEREOESPACIAL  
- DCTA  
Divisão de Engenharia Civil – ITA  
Laboratório de Geotecnia

PENETRÔMETRO DINÂMICO  
DE CONE – DCP  
Planilha de Campo

Local:		CoNDE						
Designação:		SITIO 01		Fonte: (jazida)				
Estaca:		G1		Operador:		Reinaldo		
Posição:				Data:		12/11/2019		
Camada:				Leitura Inicial:		7mm		
Nº Golpes	Leitura (mm)	Penet. (mm)	Nº Golpes	Leitura (mm)	Penet. (mm)	Nº Golpes	Leitura (mm)	Penet. (mm)
37	590	20	116	1764	17,0	194	2761	7
38	607	17	117	1781	16,0	196	2768	7
39	619	12	118	1797	15,0	197	2775	7
40	640	21	119	1812	13,0	198	2782	7
41	655	15	120	1825	13,0	199	2789	7
42	679	24	121	1838	15,0	200	2796	6
43	695	16	122	1853	15,0	201	2802	6
44	706	11	123	1868	16,0	201	2808	6
45	718	12	124	1884	16,0	203	2814	6
46	728	10	125	1900	16,0	204	2820	6
47	741	13	126	1916	16,0	205	2826	6
48	754	13	127	1932	16,0	206	2832	5
49	767	13	128	1948	15,0	207	2837	5
50	781	14	129	1963	16,0	208	2842	5
51	794	13	130	1979	14,0	209	2847	5
52	806	12	131	1993	11,0	210	2852	5
53	820	14	132	2004	11,0	211	2857	10
54	832	12	133	2015	12,0	212	2867	5
55	845	13	134	2027	13,0	213	2872	5
56	858	13	135	2040	13,0	214	2877	4
57	872	14	136	2053	14,0	215	2881	5
58	885	13	137	2067	13,0	216	2886	5
59	897	12	138	2080	13,0	217	2891	5
60	909	12	139	2093	11,0	218	2896	5
61	920	11	140	2104	12,0	219	2901	5
62	934	14	141	2116	12,0	220	2906	5
63	948	14	142	2128	11,0	221	2911	5
64	963	15	143	2139	12,0	222	2916	5
65	976	13	144	2151	13,0	223	2921	5
66	990	14	145	2164	13,0	224	2926	5
67	1005	15	146	2177	13,0	225	2931	5
68	1018	13	147	2190	13,0	226	2936	5
69	1030	12	148	2203	14,0	227	2941	5
70	1045	15	149	2217	14,0	228	2946	5
71	1061	16	150	2231	14,0	229	2951	5
72	1077	16	151	2245	12,0	230	2956	5
73	1091	14	152	2257	13,0	231	2961	10
74	1107	16	153	2270	13,0	232	2971	5
75	1123	16	152	2283	12,0	233	2976	5
76	1138	15	155	2295	13,0	234	2981	4
77	1152	14	156	2308	11,0	235	2985	7
78	1138	15	155	2295	13,0	234	2992	

## Apêndice V-A – Tutorial do aplicativo MESA-AHP

Este tutorial refere-se ao aplicativo MESA-AHP, que está disponível para o uso no endereço eletrônico <https://www.mesa.ita.br/ahp/>

O Aplicativo MESA-AHP reflete as disposições do Capítulo V do Manual de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais. Este aplicativo é sugerido para a coleta de julgamentos dos especialistas envolvidos com a priorização dos critérios classificatórios.

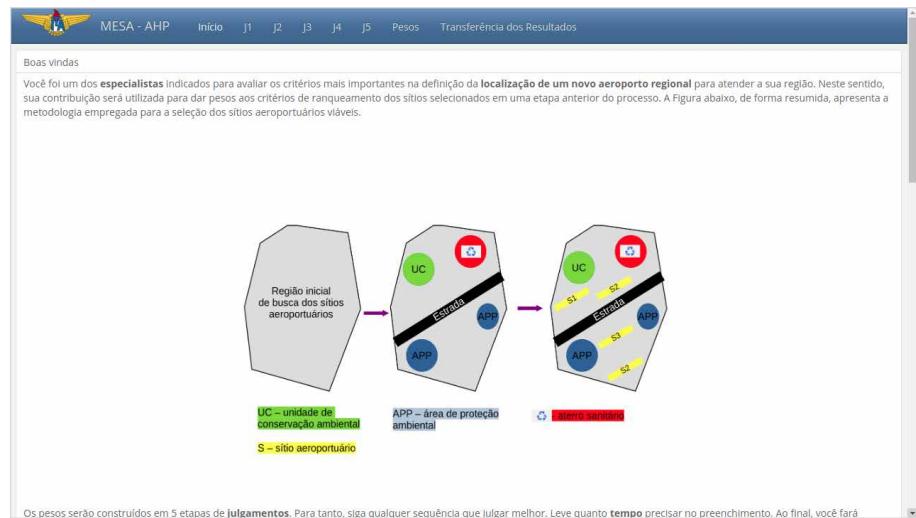
### 1. Início

O primeiro procedimento que o especialista deverá executar é a **leitura obrigatória** da página de abertura do **MESA-AHP**. A página de instruções iniciais é composta das seguintes seções de leituras:

- i) Boas-vindas;
- ii) Árvore de Decisão;
- iii) Descrição dos Critérios;
- iv) Instruções gerais;

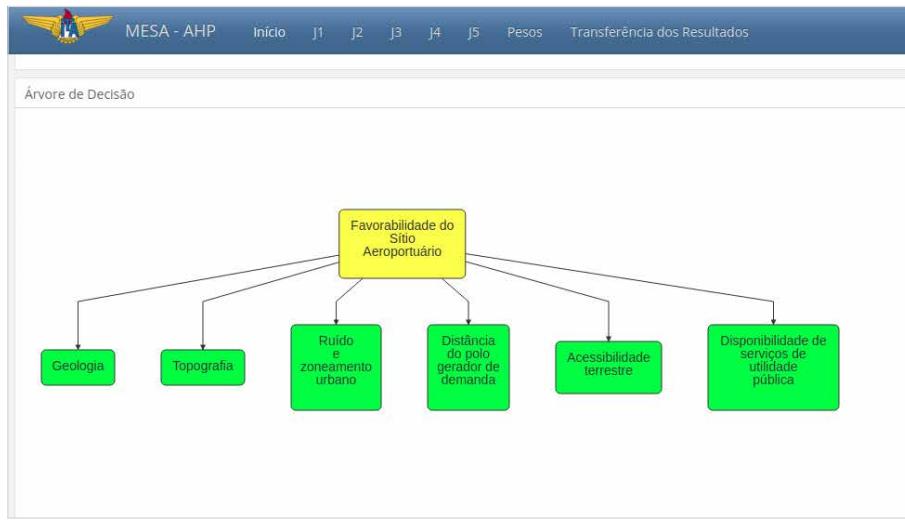
Na seção **Boas-Vindas** são fornecidas explicações sobre colaboração do especialista no **processo de localização de um novo aeroporto regional**, para atender à dada região. A Figura A-1 destaca a tela de abertura com as saudações iniciais e um esquema da metodologia aplicada.

Figura A-1 – Seção de Boas-Vindas



Na sequência é apresentada a seção **Árvore de Decisão**, cujo objetivo principal é exibir os critérios de decisão na forma de um diagrMESA-AHP. O diagrMESA-AHP da Figura A-2 pode ser entendido como uma representação esquemática dos critérios de julgamento.

Figura A-2 – Seção Árvore de Decisão



Elaboração: ITA (2020)

Depois de recapitular os critérios de decisão, o especialista terá a oportunidade de revisar na seção **Descrição dos Critérios**, com explicação e a forma do cálculo dos critérios de decisão da metodologia MESA. A Figura A-3 reproduz a tela que é apresentada ao especialista colaborador.

Figura A-3 – Seção Descrição dos Critérios

A interface do MESA-AHP mostra a seção 'Descrição dos Critérios'. No topo, há uma barra com o logo 'MESA - AHP', 'Início', 'J1', 'J2', 'J3', 'J4', 'J5', 'Pesos' e 'Transferência dos Resultados'. Abaixo, uma seção intitulada 'Descrição dos Critérios' com o sub-título 'A seguir apresentam-se a descrição e a métrica adotada para cada critério classificatório:'. Várias definições são listadas:

- GEOLOGIA:** Refere-se à natureza do solo (suas características de resistência e de estabilidade) e seu impacto na obra de implantação de pistas, pátios e edificações do aeroporto. Será medido pela média aritmética da maior resistência à penetração do solo segundo o ensaio DCP (Dynamic Cone Penetrometer), até alcançar 3 metros de profundidade, realizado em três pontos do sítio potencial (próximo a cada posição de cabecera e próximo ao ponto central da pista).
- TOPOGRAFIA:** Refere-se ao impacto do volume de movimentação de terra (devido a variação altimétrica no sítio potencial) associada à obra de implantação do aeroporto. Será medido pelo volume de terra (em m<sup>3</sup>, somando corte e aterro) entre o terreno natural e a faixa de pista do aeroporto, considerando essa faixa posicionada na horizontal e na cota média do terreno ao longo do eixo mais favorável para a implantação da pista no sítio potencial considerado.
- RUÍDO E ZONEAMENTO URBANO:** Refere-se ao incômodo sonoro (impacto do ruído) a ser causado pela operação do aeroporto nas áreas adjacentes e próximas ao sítio potencial. Deve-se utilizar, na avaliação desse incômodo, o Plano de Zoneamento Urbano Municipal (Plano Diretor da Cidade), se existir. Esse incômodo será medido pela contagem do número de edificações dentro da curva de 65 dB, segundo o PBZR previsto no RBAC 161 da ANAC.
- DISTÂNCIA DO POLO GERADOR DE DEMANDA:** Refere-se à distância efetiva do sítio potencial a um ponto de referência associado ao CGD (Centro Gerador de Demanda) da cidade. O CGD poderá ser representado pela: Igreja Matriz, Prefeitura, ou outro marco da concentração da demanda por transporte aéreo na cidade. Será medido pela menor distância efetiva (em km) a partir do ponto em estrada (municipal, estadual ou federal) mais próximo do baricentro do sítio potencial até o ponto de referência da cidade, CGD (Centro Gerador de Demanda). Para casos de busca de sítio para mais de uma cidade, e portanto mais de um CGD, a medida deverá considerar a maior das distâncias a cada CGD.
- ACESSIBILIDADE TERRESTRE:** Refere-se à facilidade de ligação do sítio potencial à rede de transportes que serve a região. A rede de transporte da região é representada pelas estradas municipais, estaduais e federais nas proximidades do sítio potencial. Será medido pela menor distância (em km) do baricentro do sítio potencial à estrada (municipal, estadual ou federal) mais próxima que se conecte ao CGD (Centro Gerador de Demanda).
- DISPONIBILIDADE DE SERVIÇOS PÚBLICOS:** Refere-se à disponibilidade atual de serviço (rede) de energia elétrica nas proximidades do sítio potencial. A rede considerada é a de média ou de baixa tensão, excluindo eventual rede de alta-tensão, se existir. Será medido pela menor distância (em km) do baricentro do sítio potencial à rede elétrica de média ou de baixa tensão mais próxima.

Elaboração: ITA (2020)

Por fim, a seção **Instruções Gerais** estabelece os requisitos computacionais e as sugestões de como conduzir o **processo de julgamento no MESA-AHP**. São eles:

1. O MESA-AHP é melhor visualizado na resolução 1024x768 ou superiores;
2. O navegador Chrome possui melhor compatibilidade com o aplicativo;
3. Caso a imagem da árvore de decisão não renderize por favor recarregar a página web novamente;
4. Os pesos serão construídos em 5 etapas de julgamentos: J1, J2, J3, J4 e J5;
5. Para tanto, siga qualquer sequência que julgar melhor;
6. Leve quanto tempo precisar no preenchimento;
7. Se o seu julgamento for: "os dois critérios possuem a mesma importância", marque a opção "igual";
8. Ao final, você fará download do arquivo com as respostas e enviará para o e-mail indicado;

## 2. Julgamentos

Concluído o processo de apresentação da seção **Instruções Gerais do MESA-AHP**, o especialista deverá iniciar o **processo de julgamentos pareados**, por meio das **abas nominadas J1, J2, J3, J4 e J5**, em destaque na Figura V-4.

Figura A-4 – Menu superior do MESA-AHP



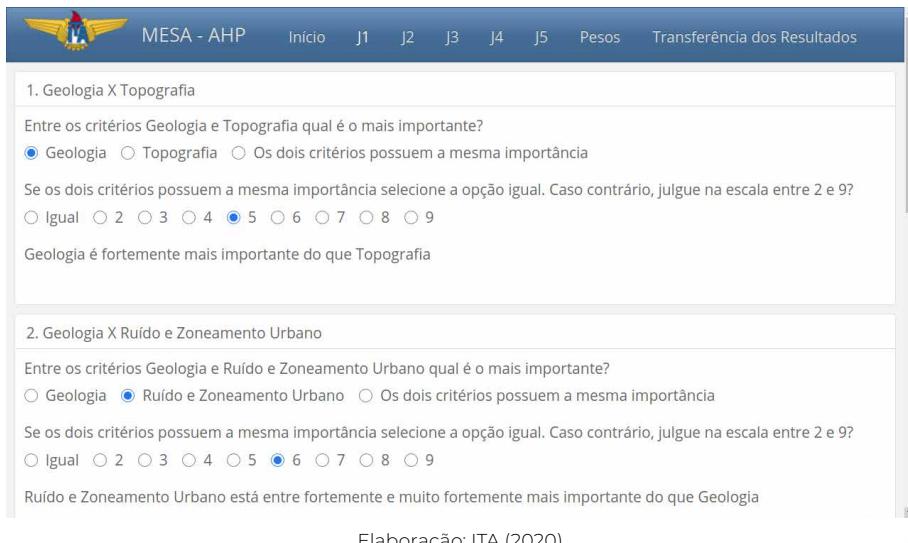
Em cada aba de julgamento (J1, J2, J3, J4, J5) do **menu superior do MESA-AHP**, o especialista poderá emitir seu juízo pareado dos critérios da metodologia MESA. A Figura A-5, como exemplo, realça parcialmente as **opções inicialmente selecionadas (default)** na **aba J1**.

Figura A-5 – Exemplo de opções previamente selecionadas no MESA-AHP



Caso o especialista não concorde com as **opções previamente selecionadas (default)**, o mesmo deverá eleger um de **critério referência** (p.ex. geologia ou topografia) e na sequência o **grau do AHP**. Logo, a resposta do MESA-AHP será a **descrição literal do julgamento**. A Figura A-6 ilustra um exemplo hipotético de julgamento pareado, como amostra do processo computacional do MESA-AHP.

Figura A-6 – Exemplo de um julgamento pareado para aba J1



No exemplo da Figura A-6, o resultado do julgamento pareado **Geologia X Topografia** correspondeu a:

- **Critério referência:** Geologia
- **Julgamento AHP:** 5
- **Descrição literal do julgamento pareado:** Geologia é fortemente mais importante do que Topografia

Por outro lado, o resultado do julgamento pareado Geologia X Ruído e Zoneamento Urbano é:

- **Critério referência:** Zoneamento Urbano
- **Julgamento AHP:** 6
- **Descrição literal do julgamento pareado:** Ruído e Zoneamento Urbano está entre fortemente e muito fortemente mais importante do que Geologia

Na continuidade, o especialista obrigar-se-á a percorrer as demais abas **J2, J3, J4 e J5** do **menu superior do MESA-AHP** (vide Figura A-4), de maneira a concluir o seu processo individual de estimativa do vetor de prioridades (vetor pesos), para os critérios da metodologia MESA.

### 3. Pesos

Finalizando-se o **processo dos julgamentos pareados**, o especialista poderá consultar o seu **vetor de prioridades (vetor pesos)** e a **razão de consistência (RC)** dos julgamentos realizados na **aba Pesos**, do menu superior do MESA-AHP. Neste sentido, a Figura A-7 explicita um **exemplo hipotético** do resultado final de um processo completo de julgamentos pareados.

**Figura A-7 – Exemplo de um vetor de prioridades estimado pelo MESA-AHP**



Em resumo, os resultados finais são o **vetor de prioridades (lista dos pesos)** destacados na Tabela A-1, a **razão de consistência (RC)** expressa na Tabela 2 e um **gráfico de barras** dos respectivos valores do vetor de prioridades (pesos) estimados pelo especialista para os critérios da metodologia MESA.

**Tabela A-1 – Vetor hipotético de prioridades**

GEO	TOP	RUI	DIS	ACE	DIP
0.39069186	0.32445471	0.07780865	0.06540027	0.09583175	0.04581277

Elaboração: ITA (2020)

É importante destacar que os valores das prioridades (pesos) expressos na Tabela 1 estão representados em **escala decimal**. Portanto, para estimar os valores na escala de porcentagem basta multiplicar-se cada valor por 100. Por exemplo, o valor do critério GEO corresponde aproximadamente a 39,06%.

**Tabela A-2 – Razão de consistência**

AHP: Razão de Consistência
0.0604462

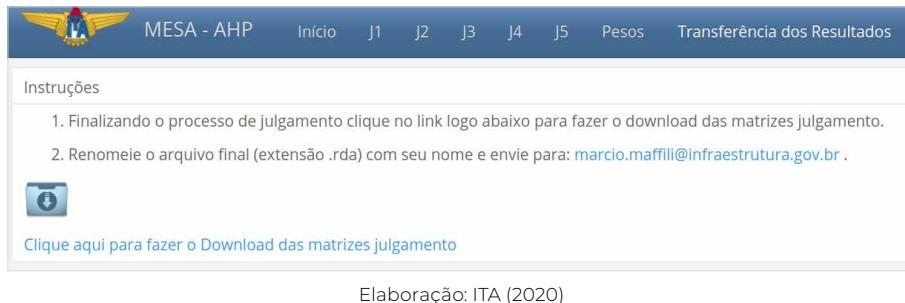
Elaboração: ITA (2020)

Como regra, o MESA-AHP considera que se o valor da **RC for menor do que 0.1 (10%)** os julgamentos foram realizados de forma aceitável. Porém, se o valor da **RC for maior do que 0.1 (10%)**, os julgamentos devem ser refeitos ou serão ignorados.

#### 4. Transferência dos Resultados

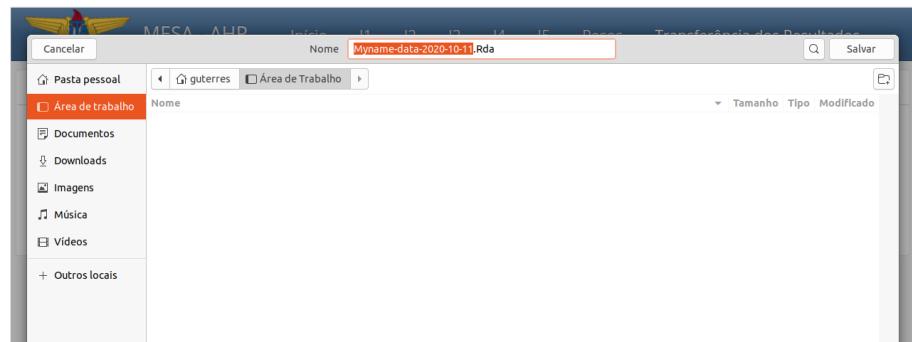
Para **encerrar o processo de colaboração**, o especialista deverá obrigatoriamente fazer **download do seu vetor de prioridades (pesos)**, para posterior envio ao **analista** designado, por meio da **aba Transferência de Resultados**. A Figura A-8 ilustra a referida aba e o *link* para realizar a ação de download – [\*\*“Clique aqui para fazer o Download das matrizes julgamento”\*\*](#).

Figura A-8 – Aba de Transferência de resultados do MESA-AHP



Após a seleção do **link de download**, o usuário tem opção de renomear o arquivo com um nome apropriado no campo **“Myname”**. Porém, é importante alertar que o especialista não deve alterar a extensão do arquivo designada por **“Rda”**. A Figura A-9 realça um exemplo da tela que será apresentada ao especialista.

Figura A-9 – Exemplo de tela apresentada ao especialista



Por último, o especialista deve enviar o arquivo final como **anexo para o e-mail** indicado pelo contato que lhe forneceu o link.

#### Considerações Finais

Caro especialista,

O aplicativo MESA-AHP tem como objetivo facilitar a coleta de julgamentos sobre o peso de critérios classificatórios em um processo de seleção de sítio aeroportuário regional. Este aplicativo obedece à metodologia proposta no Capítulo V do Manual de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais.

Em caso de dúvidas sobre a utilização do aplicativo ou sobre o processo de escolha de sítios aeroportuários, entre em contato com a equipe lhe forneceu o link do aplicativo.

Em caso de problemas técnicos no aplicativo, faça contato com: guterres@ita.br.

## Apêndice V-B -Tutorial do aplicativo MESA-AIP

Este tutorial refere-se ao aplicativo MESA-AIP, que está disponível para o uso no endereço eletrônico <https://www.mesa.ita.br/aip/>

O Aplicativo MESA-AIP reflete as disposições do Capítulo V do Manual de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais. Este aplicativo é sugerido para o tratamento matemático de dados relacionados aos critérios classificatórios e ao julgamento de especialistas. O aplicativo MESA-AIP tem como *output* o racionamento dos sítios potenciais e as análises de sensibilidade dos critérios classificatórios.

Este aplicativo possui dois tipos de dados de entrada. Um deles é um arquivo .CSV, que deverá ser produzido pelo operador deste aplicativo e reflete as características de cada sítio potencial sob estudo. Além disso, é necessário um conjunto de arquivos .RDA a serem obtidos do julgamento de especialistas.

### 1. PREPARAÇÃO DOS DADOS

O primeiro procedimento a ser executado consiste em organizar em uma única pasta os arquivos correspondentes aos julgamentos dos especialistas (.RDA) e o arquivo das métricas (.CSV) dos critérios classificatórios, definidos no Capítulo V do Manual. Isso é ilustrado na Figura B-1.

Os arquivos dos julgamentos serão recebidos dos especialistas, sem qualquer necessidade de alteração.

O arquivo .CSV deverá ser produzido de acordo com os procedimentos do Capítulo V do Manual de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais. Como o formato do arquivo é sensível, recomenda-se **alterar o arquivo 'metricas.csv'** distribuído com este tutorial.

Figura B-1 – Arquivos de trabalho armazenados em um meio digital

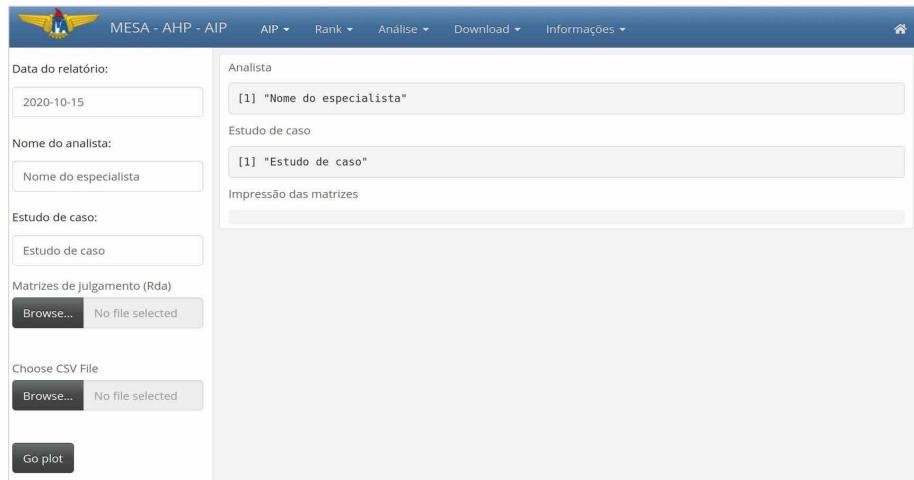


Elaboração: ITA (2020)

### 2. CARREGAMENTO E PROCESSAMENTO DOS DADOS

Acessar o aplicativo MESA-AIP pelo endereço eletrônico. Na sequência, o analista responsável deverá preencher os campos obrigatórios: **Data do relatório** → **Nome do analista** → **Estudo de caso** na aba esquerda do aplicativo. Estes parâmetros serão utilizados para registro do relatório de utilização do AIP. A Figura B-2 destaca a interface de abertura do AIP.

Figura B-2 – Interface de abertura do AIP



Elaboração: ITA (2019)

Os dois próximos procedimentos consistem na seleção dos arquivos com as extensões .RDA e >CSV, respectivamente.

Em síntese:

**Matrizes de julgamento (Rda) → Browse; (selecionar os arquivos de todos os especialistas)**  
**Choose CSV File → Browse; (selecionar o arquivo CSV)**  
**Go plot.**

A Figura B-3, ilustra um exemplo hipotético das sequências definidas anteriormente, após a marcação do botão de ação *Go plot*.

Figura B-3 – Impressão das matrizes de julgamentos pareados

O aplicativo MESA-AIP realiza o cálculo do ordenamento dos sítios com a mínima interferência do analista. Logo, após os procedimentos iniciais, o processo de análise resume-se em selecionar as seguintes abas para consulta aos dados processados:

1. *AIP → Matrizes de julgamento → Tabelas de prioridades → Médias das prioridades;*
2. *Rank → Matrizes das medidas dos critérios → Ordenamento;*
3. *Análise → Análise de Sensibilidade;*
4. *Download*
5. *Informações sobre o aplicativo;*

### 3. EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO

Juntamente com este tutorial foi distribuído um arquivo de **exemplo ('Sample\_Files\_MESA\_AIP')**. Execute os passos 1 (Preparação dos dados) e 2 (Carregamento e processamento dos dados). Os resultados serão visualizados em cada menu, como segue.

#### 3.1 Menu AIP

Para o exemplo hipotético (sample) em exibição, os resultados obtidos no menu superior **AIP → Tabelas de prioridades**, são destacados nas Figuras B-4 e B-5.

Figura B-4 – Prioridades para o conjunto total dos especialistas

Prioridade do conjunto total dos especialistas								
ESP	GEO	TOP	RUI	DIS	ACE	DIP	RC	STATUS
1	0.11	0.12	0.07	0.32	0.33	0.05	0.07	ECO
2	0.20	0.08	0.03	0.05	0.25	0.38	0.10	ECO
3	0.14	0.44	0.05	0.02	0.27	0.08	0.22	ENC
4	0.10	0.40	0.10	0.14	0.18	0.07	0.03	ECO
5	0.33	0.33	0.04	0.10	0.18	0.02	0.08	ECO
6	0.23	0.18	0.23	0.23	0.08	0.05	0.18	ENC
7	0.06	0.16	0.03	0.37	0.35	0.04	0.05	ECO
8	0.07	0.06	0.63	0.07	0.07	0.11	0.05	ECO
9	0.28	0.33	0.08	0.15	0.09	0.06	0.09	ECO
10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	0.00	ECO
11	0.13	0.44	0.03	0.27	0.09	0.04	0.05	ECO
12	0.23	0.28	0.04	0.21	0.17	0.07	0.04	ECO
13	0.33	0.33	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	ECO
14	0.40	0.32	0.13	0.07	0.05	0.03	0.06	ECO
15	0.05	0.04	0.42	0.12	0.18	0.19	0.10	ECO
16	0.06	0.47	0.03	0.21	0.17	0.07	0.10	ECO

Elaboração: ITA (2020)

Figura B-5 – Prioridades para os julgamentos consistentes

Prioridade do conjunto de especialistas consistentes								
ESP	GEO	TOP	RUI	DIS	ACE	DIP	RC	STATUS
1	0.11	0.12	0.07	0.32	0.33	0.05	0.07	ECO
2	0.20	0.08	0.03	0.05	0.25	0.38	0.10	ECO
4	0.10	0.40	0.10	0.14	0.18	0.07	0.03	ECO
5	0.33	0.33	0.04	0.10	0.18	0.02	0.08	ECO
7	0.06	0.16	0.03	0.37	0.35	0.04	0.05	ECO
8	0.07	0.06	0.63	0.07	0.07	0.11	0.05	ECO
9	0.28	0.33	0.08	0.15	0.09	0.06	0.09	ECO
10	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.00	ECO
11	0.13	0.44	0.03	0.27	0.09	0.04	0.05	ECO
12	0.23	0.28	0.04	0.21	0.17	0.07	0.04	ECO
13	0.33	0.33	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	ECO
14	0.40	0.32	0.13	0.07	0.05	0.03	0.06	ECO
15	0.05	0.04	0.42	0.12	0.18	0.19	0.10	ECO
16	0.06	0.47	0.03	0.21	0.17	0.07	0.10	ECO

Elaboração: ITA (2020)

Em destaque, a Figura B-5 marca o vetor de prioridades (vetor de pesos) de cada especialista. Ademais, dois registros extras são oferecidos ao analista: o valor da RC (razão de consistência) e as Legendas ECO (Especialista com julgamento consistente) e ENC (Especialista com julgamento não consistente). Os julgamentos não consistentes ( $RC > 10\%$ ) serão automaticamente desconsiderados.

Na sequência, o analista por meio do menu superior **AIP → Média das prioridades**, poderá visualizar o vetor médio de prioridades (vetor médio de pesos), que caracteriza os julgamentos pareados dos especialistas convidados para colaborar no processo de escolha de localização de um novo aeroporto regional. As informações disponibilizadas são apresentadas na forma tabela e gráfica, conforme a Figura B-6.

Figura B-6 – vetor médio de prioridades

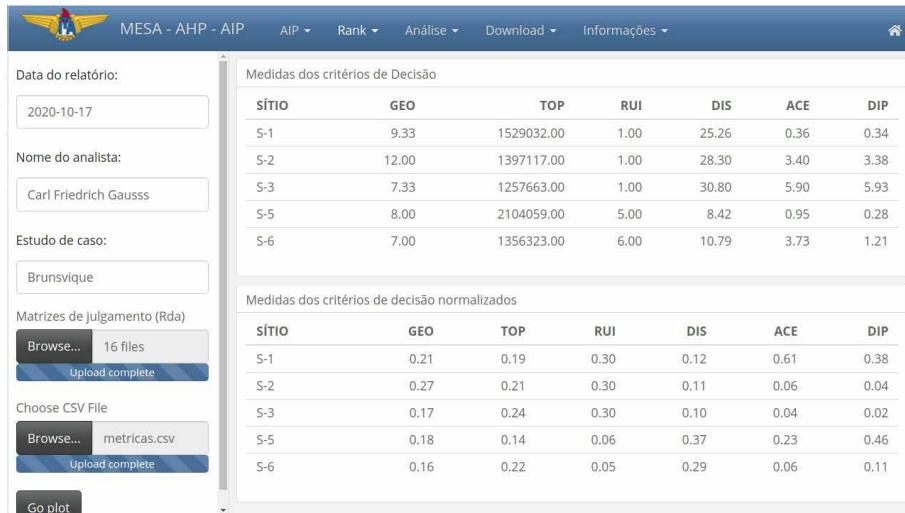


Elaboração: ITA (2020)

### 3.2 Menu Rank

O menu superior **Rank** exibe as Matrizes das medidas dos critérios em valores absolutos e normalizados por sítio candidato, bem como o ordenamento final. Assim sendo, os resultados do acesso à sequência de comandos **Rank → Matriz das Medidas dos Critérios** pode ser avaliado na Figura B-7.

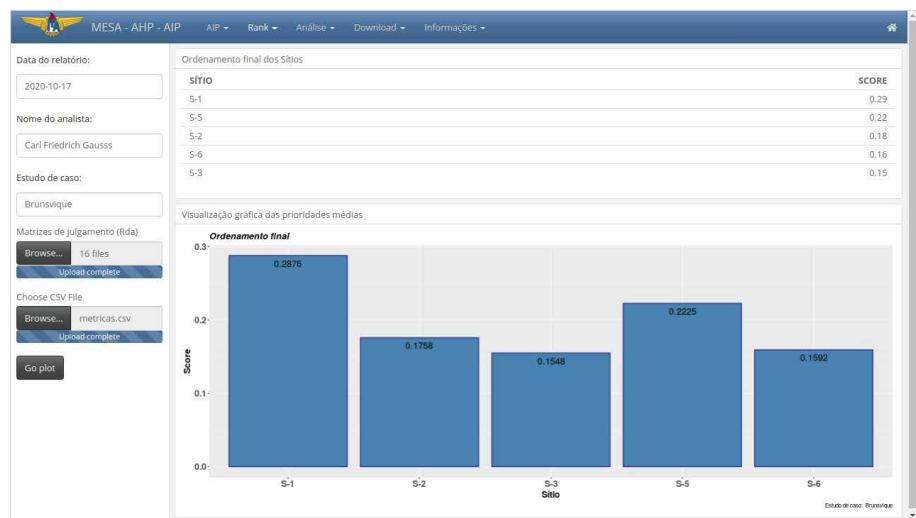
Figura B-7 – Matrizes dos critérios



Elaboração: ITA (2020)

Em suma, o resultado do ordenamento final é obtido pelo processamento das seguintes ações de seleção: *Rank* → *Ordenamento*. A Figura B-8 expressa o resultado do processo decisório em investigação, ou seja, o Rank final do ordenamento dos sítios aeroportuários. Para o caso hipotético (*sample*), os resultados são expresso em forma de Tabela e gráfica, segundo a Figura B-8.

Figura B-8 – Ordenamento final dos Sítios Aeroportuários



Elaboração: ITA (2020)

### 3.3 Menu Análise

Para concluir o processo computacional em avaliação, o analista tem a possibilidade de realizar uma análise de sensibilidade dos pesos dos critérios classificatórios. Assim, o usuário do MESA-AIP pode observar de que forma as alterações dos pesos relativos dos critérios influenciam no ordenamento final dos sítios. A execução *Análise* → *Análise de Sensibilidade* permite ao analista uma interpretação sobre as prioridades médias (pesos médios) obtidos. Para exemplo hipotético (*sample*), em apreciação, a Figura B-9 retrata um dos vários gráficos de sensibilidade produzidos pelo AIP.

Figura B-9 – Análise de sensibilidade do critério GEO

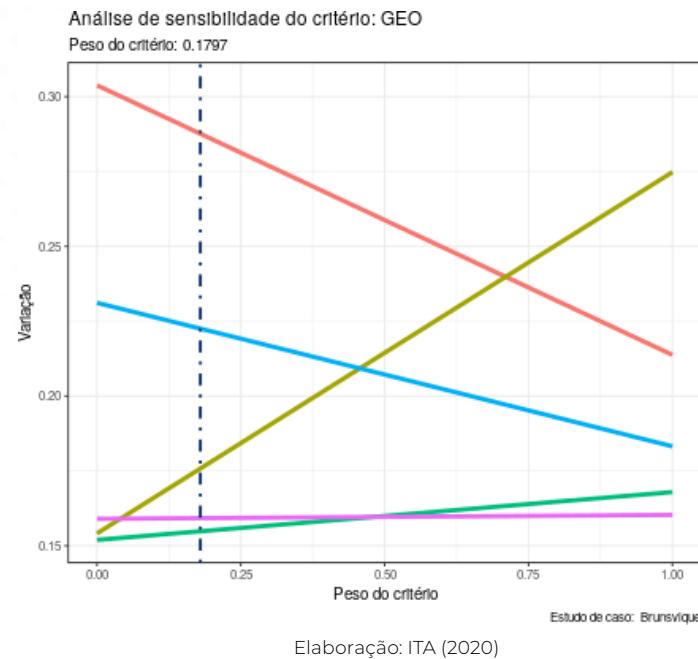


Figura B-10 – Links de download das tabelas outputs do MESA-AIP



### 3.4 Menu Download

Outra funcionalidade do MESA-AIP, é a possibilidade de transferência dos resultados finais no formato “.csv”. A tela com os *links* descarregamento dos arquivos são destacados na Figura B-10.

### 3.5 Menu Informações

Por último, o MESA-AIP ainda oferece informações sobre o desenvolvimento do aplicativo, direitos reservados entre outros itens, conforme as sequências de ações:

1. *AIP → Informações → Equipe;*
2. *AIP → Informações → Versão;*
3. *AIP → Informações → Aviso Legal;*
4. *AIP → Informações → Direitos Reservados;*
5. *AIP → Informações → Ministério da Infraestrutura.*

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aplicativo MESA-AIP tem como objetivo facilitar a análise de ranqueamento de sítios conforme metodologia proposta no Capítulo V do Manual de Escolha de Sítios Aeroportuários Regionais.

Em caso de problemas técnicos no aplicativo, contate com: [guterres@ita.br](mailto:guterres@ita.br).

## Apêndice V-C – Processo hierárquico de decisão

### Introdução

Aqui, trata-se de uma heurística na medida em que se utiliza a experiência, conhecimento e informações acumuladas por especialistas da área do problema em estudo. A isso, associa-se um tratamento matemático para obtenção das prioridades, através de julgamentos expressos em dados quantitativos dentro de determinado limite de consistência.

### Utilização da técnica AHP

O PHA<sup>1</sup> permite-nos lidar com o intuitivo, o racional e o irracional, tudo ao mesmo tempo quando tomamos decisões com múltiplos critérios e múltiplos atores.

A teoria reflete o método natural de funcionamento da mente humana, o processo fundamental da percepção: decomposição seguida de síntese. Decomposição do problema em níveis hierárquicos e, nestes, em critérios de avaliação, seguida de síntese através da identificação das relações entre escolhas possíveis.

Pressupõe a realização dos seguintes exercícios:

- a) estruturar hierarquicamente as funções de um sistema;
- b) medir os impactos de cada elemento sobre a hierarquia, ou seja: encontrar o peso ou importância com que os fatores individuais do nível mais baixo da hierarquia influenciam seu fator máximo. Como consequência, o Processo de Hierarquia Analítica permite aos tomadores de decisão estruturar visualmente um problema complexo na forma de uma hierarquia tendo ao menos dois níveis:
  1. objetivos, ou critérios de avaliação; e
  2. atividades, ou seja, produtos, projetos, cursos de ação.

Cada fator ou alternativa em um dado nível pode ser identificado e avaliado com relação a outros fatores arrolados no mesmo nível. Esta habilidade de primeiramente estruturar um problema complexo e depois focalizar a atenção em componentes específicos amplia a própria capacidade do processo de tomada de decisão. A aplicação do PHA requer que a estrutura do problema seja

primeiramente desdobrada em uma hierarquia de vários níveis, onde os critérios ou alternativas que compõem um dado nível sejam, grosso modo, de mesma magnitude ou importância, e sejam considerados influenciadores do nível imediatamente superior. O método concentra-se então na determinação de pesos ou prioridades de um conjunto de critérios num nível da hierarquia do problema comparados entre si quanto ao seu poder de consecução do objetivo expresso no nível logo acima. Pela repetição desse processo nível após nível, pode-se multiplicar as matrizes-prioridades, de forma a determinar as prioridades de alternativas ao nível final de acordo com sua influência sobre a meta geral.

### Hierarquia

Hierarquia é uma abstração da estrutura de um sistema, feita com o intuito de possibilitar o estudo das interações funcionais de seus componentes, e apreender seus impactos sobre o sistema como um todo.

Na prática não existe um conjunto de procedimentos para construir uma hierarquia. Usualmente estudamos a literatura para coletar ideias, promovemos sessões de *brainstorming*, procuramos desmembrar o problema em objetivos, critérios e atividades.

A estruturação em hierarquia apresenta as seguintes vantagens:

- a) pode ser usada para descrever de que forma as mudanças das prioridades de níveis mais altos afetam as prioridades dos níveis inferiores;
- b) propiciam a visão detalhada da estrutura e das funções de um sistema, e uma visão estruturada do problema, dos cenários, dos atores, dos propósitos, das variáveis de decisão: os critérios.

<sup>1</sup> PHA em inglês ou AHP – Análise Hierárquica de Processos

## Referências

- ALVES, C. J. (2020). Towards an objective decision-making framework for regional airport site selection. ALVES, C. J. P. et al. Towards an objective decision-making Journal of Air Transport Management., ALVES, C. J. P. et al. Towards an objective decision-making framework v. 89, p. 1-16, 2020. ISSN 0969-6997.
- ANAC. (2013). Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC 161 – Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR (Inclui Emenda 01 ed.). Brasília.
- ANAC. (2019). Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC 154 – Projeto de Aeródromos (Inclui Emenda 04 ed.). Brasília: Inclui Emenda 06.
- ASTM. (2018). D6951/D6951M – 18. Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications. ASTM.
- BDMEP. (2020). Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Retrieved Set 09, 2020, from <https://bdmep.inmet.gov.br/>
- BRASIL. (2015). CONAMA. Resolução N° 470, de 27 De Agosto De 2015. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- CAR. (2020). Cadastro Ambiental Rural. Retrieved Out 16, 2020, from <https://www.car.gov.br/>
- CESSNA. (2020). Cessna Caravan. Retrieved Nov 04, 2020, from <https://cessna.txtav.com/en/turboprop/caravan>
- GeoSetter. (2020). Retrieved Out 16, 2020, from <https://geosetter.de/en/main-en/>
- Google Earth. (2020). Retrieved Out 17, 2020, from <https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>
- Google Play Store. (2020). Retrieved Out 16, 2020, from [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vecturagames.android.app.gpxviewer&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vecturagames.android.app.gpxviewer&hl=pt_BR)
- GPSLogger. (2020). Retrieved Out 17, 2020, from <https://gpslogger.app/>
- ICAO. (2006). International Civil Aviation Organization. Aerodrome Design Manual. Part 1 — Runways. Doc 9157. 3rd edition.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. (2020). Planejamento. ICA 11-408. Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas. Comando da Aeronáutica. Departamento de controle do espaço aéreo.
- Murakami, J., Matsui, Y., & Kato, H. (2016). Airport rail links and economic productivity: Evidence from 82 cities with the world's 100 busiest airports. *Transport Policy*, 52(ISSN 0967-070X), 89-99.
- REDEMET. (2020). Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica. Retrieved Set 09, 2020, from <https://www.redemet.aer.mil.br/>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Math Modelling*, 9(3-5), 161-176.
- TOPODATA. (2020). Banco de dado geomorfométricos do Brasil. Retrieved Set 09, 2020, from <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>



MINISTÉRIO DA  
INFRAESTRUTURA



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL