

Diogo Bertussi

**IDENTIFICAÇÃO DAS MELHORES ÁREAS PARA
IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO AEROPORTO EM SANTA
CATARINA, UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA (SIG)**

Trabalho de Conclusão de Curso,
submetido à disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso II, da
Universidade Federal de Santa
Catarina para obtenção do Grau de
Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Amir Mattar
Valente

Florianópolis
2013

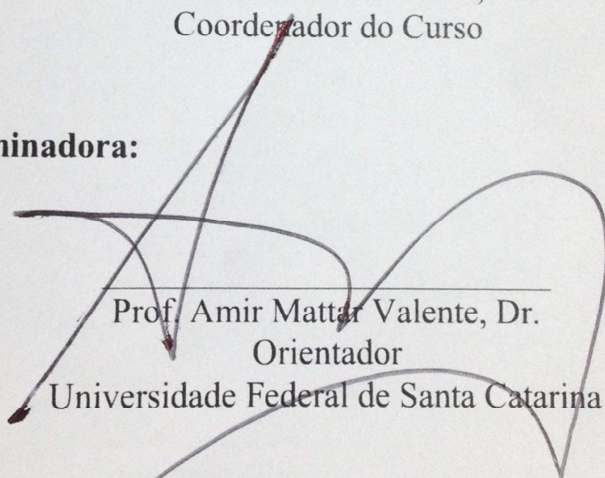
**IDENTIFICAÇÃO DAS MELHORES ÁREAS PARA
CONSTRUÇÃO DE UM NOVO AEROPORTO EM SANTA
CATARINA, UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA (SIG).**

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil, e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil.

Florianópolis, 27 de Novembro de 2013.

Prof. Luiz Alberto Gómez, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Amir Mattar Valente, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Alexandre Hering Coelho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng^o Silvio dos Santos
Laboratório de Transportes e Logística – LabTrans

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Mariana, pelo incondicional apoio, carinho e confiança. Ao meu pai, Daltro, pelo exemplo, pelos incentivos ao estudo e ao trabalho. A ambos, pela grande orientação que me proporcionaram.

À minha irmã, Ludmila, pelo companheirismo e pela paciência durante todos estes anos de nossa convivência.

À Renata, pela grandiosa participação que teve neste processo. Pelo amor, pela confiança e companheirismo, pelo exemplo de pessoa e pelos incansáveis incentivos.

À Rita e ao Paulo, pela confiança, pela convivência e amizade.

Ao Engenheiro Silvio dos Santos, grande exemplo, mestre, colega de LabTrans e amigo. Por ser o idealizador do tema deste trabalho, pela grande ajuda prestada e pelo entusiasmo que me passou a cada etapa.

Ao Professor Amir Mattar Valente, pela orientação, pela confiança, pela disponibilidade e oportunidade de ser seu orientando.

Ao Engenheiro Edésio Lopes, colega de LabTrans, cuja ajuda foi imprescindível para a conclusão deste trabalho. Pelos conhecimentos emprestados, pela disponibilidade e, sobretudo, pela paciência.

Aos colegas de LabTrans, Juliana Vieira dos Santos e Alex Buttchevitz, pela troca de ideias, pelas ajudas, conversas e pela paciência.

Aos demais colegas de LabTrans, pelo convívio, pela troca de experiência e pelo aprendizado diário.

Aos professores do Departamento de Engenharia Civil que depositaram suas parcelas de importância na construção da minha formação.

Aos colegas de Engenharia Civil, pela amizade e companheirismo do dia a dia.

RESUMO

Este trabalho propõe uma metodologia de aplicação em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para o processo de escolha das melhores áreas para a implantação de um novo aeroporto no território do Estado de Santa Catarina. Com base nas normas vigentes e na bibliografia de planejamento de aeroportos selecionam-se critérios (restritivos ou classificatórios) relevantes para a localização de um aeroporto: Critérios restritivos operacionais, econômicos e ambientais e critérios classificatórios econômicos (ligados à demanda por transporte aéreo), de acessos terrestres e de proximidade aos centros urbanos. A partir da metodologia proposta organiza-se uma sequência lógica de aplicação dos parâmetros e obtêm-se as localidades mais favoráveis. Os resultados deste trabalho demonstram a importância que o estudo do sítio aeroportuário, sobretudo valendo-se de um SIG, emprega ao planejamento de aeroportos.

Palavras-chave: Planejamento de Aeroportos, SIG, Transporte Aéreo.

ABSTRACT

This study proposes a methodology for use in Geographic Information System (GIS) for the process of choosing the best areas for the deployment of a new airport in the State of Santa Catarina. Based on current regulations and airports planning publications, restrictive or classificatory relevant criteria are selected to the location of an airport: operational, economic and environmental restrictive criteria, and economic classification (linked to the demand for air travel), access facilities and proximity to urban centers criteria. From the proposed methodology a logical organized sequence the project organizes it a logical sequence of application parameters and obtains the most favorable locations. The results of this study establish the importance of airport study's site, especially making use of a GIS, on airport planning.

Key-words: Airport Planning, GIS, Air Transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Traçado das 60 mil principais rotas mundiais em 3209 aeroportos..	23
Figura 2- Representação do Aeródromo do Aeroporto Santos Dummont, no Rio de Janeiro.....	32
Figura 3 - Representação do Aeroporto Santos Dummont, no Rio de Janeiro..	32
Figura 4 - Estrutura esquemática de um aeroporto	33
Figura 5 - Aeronave comercial atingida por ave em Phoenix, Estados Unidos, em 2009.	45
Figura 6 - Santa Catarina dividida em suas Mesorregiões	52
Figura 7 - Área de Estudo.....	54
Figura 8 - Aeroportos existentes e respectivas áreas de influência.....	57
Figura 9 - Localização de abatedouros e áreas de perigo aviário gerado.....	58
Figura 10 - Localização de aterros sanitários e áreas de perigo aviário gerado	59
Figura 11 - Unidades de Conservação Ambiental.....	60
Figura 12 - Área Indígena.....	61
Figura 13 - Rios principais na Área de Estudo	63
Figura 14 - Gradiente do PIB dos municípios catarinenses	65
Figura 15 - Superfície de aproximação estimada.....	67
Figura 16 - Mapa altimétrico do município de Canoinhas.....	68
Figura 17 - Mapa altimétrico acrescido da layer das curvas de nível, em um trecho do município de Canoinhas.....	69
Figura 18 - Vias principais em SC.....	71
Figura 19 - Área Urbana e limites municipais	72
Figura 20 - Áreas de Restrição da 1ª Fase	73
Figura 21 - Resultado da 1ª Fase em única coloração.....	74
Figura 22 - Resultado da 2ª Fase: PIB dos municípios não restringidos pela 1ª Fase.....	75
Figura 23 - Resultado da 2ª Fase a identificação dos municípios economicamente mais relevantes.....	75
Figura 24 - Altimetria do Município de Campos Novos.....	77
Figura 25 - Altitude das curvas de nível plotadas e as dimensões limite da Superfície de Aproximação plotadas	78
Figura 26 - Cursos D'Água em Campos Novos	79
Figura 27 - Município de Canoinhas com restrições e representação das curvas de nível.	80
Figura 28 - Município de Canoinhas com representação das restrições, das curvas de nível e das áreas urbanas.....	81

Figura 29 - Altitudes plotadas no mapa das curvas de nível para as 2 Possibilidades sugeridas.	82
Figura 30 - Prosseguimento do traçado da Possibilidade 1 de Canoinhas pelo município de Paulo Frontin (PR).....	83
Figura 31 - Projeção do traçado pelo município de São Mateus do Sul (PR), ao norte do traçado.	84
Figura 32 - Projeção do Traçado pelo município de Major Vieira (SC), ao sul do traçado.	85
Figura 33 - Cursos dos principais rios da região do Município de Canoinhas...	86
Figura 34 - Área de possível implantação do Aeroporto, em Canoinhas.....	87
Figura 35 - Caçador: Altimetria e restrições.....	88
Figura 36 - Área livre de restrições de Caçador: Topografia não favorável	89
Figura 37 - Joaçaba: Altimetria, restrições, área urbana e pista existente.....	90
Figura 38 - Pista existente de Joaçaba: Obstáculo não permitido à 8,6 km da cabeceira da pista.....	91
Figura 39 - Alternativa para Joaçaba fora da área de Perigo Aviário: muito próxima da região montanhosa à noroeste.....	92
Figura 40 - Mafra: Altimetria e Área Urbana	93
Figura 41 - Mafra: Restrições e Altimetria	94
Figura 42 - Altimetria e Curvas de Nível de Rio do Sul.....	95
Figura 43 - Acessos terrestres e área urbana em Campos Novos.....	97
Figura 44 - Canoinhas e área de estudo de implantação do aeroporto: Coincidência com traçado da BR-477.	98
Figura 45 - Disposição dos aeroportos existentes com os propostos pelo Resultado Final.....	99
Figura 46 - Região de Caçador e cidades próximas.....	100
Figura 47 - Região de Canoinhas e a localização sugerida para o novo aeroporto	101
Figura 48 - Resultado da localização do novo aeroporto em Campos Novos..	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Organizações nacionais de Aviação Civil e suas atribuições.....	25
Quadro 2 - Limites de velocidade dos ventos	36
Quadro 3 - Procedimentos Metodológicos.....	48
Quadro 4 - Mesoregiões em Santa Catarina: dados econômicos	52
Quadro 5 - Aeroportos que operam voos regulares na área de estudo	55
Quadro 6 - Faixas de PIB e respectivas pontuações	64
Quadro 7 - Frotas das companhias aéreas brasileiras por quantidade e modelo de aeronave.....	66
Quadro 8 - Vias de acesso e respectivas pontuações	70
Quadro 9 - Classificação das distâncias do sítio aeroportuário ao centro urbano	71
Quadro 10 - Municípios selecionados e PIB.....	76
Quadro 11 - Simplificação das cotas máximas estipuladas pelo dimensionamento da Superfície de Aproximação.....	76
Quadro 12 - Resumo dos resultados da 3ª Fase	96

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil

ASA – Área de Segurança Aeroportuária

CENIPA – Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

CONAC – Conselho Nacional de Aviação Civil

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

FAA – *Federation Aviation Administration*

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

IATA – *International Air Transport Association*

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Não Renováveis

ICAO – *International Civil Aviation Organization*

IFR – *Instrument Flight Rules*

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária

PIB – Produto Interno Bruto

RBAC – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

SAC/PR – Secretaria da Aviação Civil da Presidência da República

SIA – Serviço de Informação Aeronáutica

SIG – Sistema de Informação Geográfica.

UC – Unidades de Conservação

ZPA – Zona de Proteção de Aeródromo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS	17
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. Geral	19
1.2.2. Específicos.....	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1. AVIAÇÃO CIVIL E TRANSPORTE AÉREO	21
2.1.1. Breve Histórico.....	21
2.1.2. Aspectos Organizacionais da Aviação Civil.....	23
2.1.3. Aviação Civil no Brasil	25
2.2. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	29
2.2.1. Conceitos Gerais.....	29
2.2.2. Aplicações de SIG na Seleção de áreas de interesse.....	30
2.3. O AEROPORTO	30
2.3.1. Os Sistemas do Aeroporto	33
2.3.2. Características de Projeto de um Aeroporto	35
2.3.2.1. <i>Pista de Pouso e Decolagem</i>	35
2.3.3. Planejamento de Aeroportos.....	37
2.3.3.1. <i>Determinação do local de construção de um novo aeroporto</i>	39
2.3.3.2. <i>Zona de Proteção Aeroportuária</i>	41
2.3.3.3. <i>Perigo Aviário</i>	43
3. METODOLOGIA.....	47
4. ESTUDO DE IDENTIFICAÇÃO DAS MELHORES ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO AEROPORTO EM SANTA CATARINA.....	51
4.1. ÁREA DE ESTUDO	51
4.1.1. Informações Gerais.....	51
4.1.2. Estrutura Aeroportuária da Área de Estudo.....	54
4.2. CRITÉRIOS UTILIZADOS	55
4.3. RESULTADOS	72

4.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	99
5. CONCLUSÃO	104
5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	104
5.2. LIMITAÇÕES	105
5.3. RECOMENDAÇÕES	105
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
APÊNDICE A	112

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS

O transporte aéreo de passageiros no Brasil viveu na última década um crescimento sem precedentes. Segundo o anuário do Transporte Aéreo publicado em 2013 pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), a quantidade de passageiros embarcados no transporte aéreo doméstico vem crescendo a uma taxa média de 10% ao ano desde 2002, tendo atingido a expressiva marca dos 101 milhões de passageiros no ano de 2012, incluindo voos domésticos e internacionais. O número é 9,5% maior do que o registrado em 2011.

Há uma indicação que um conjunto fatores são os responsáveis pelo aumento da importância deste modal no país, dentre eles, o crescimento econômico e o novo marco regulatório do setor aéreo. A mudança nas regras permitiu a entrada de novas companhias aéreas, mais modernas, e possibilitou a concorrência do setor, forçando as empresas que já atuavam a buscarem melhor eficiência e menores custos. Este cenário propiciou a queda da tarifa média dos voos, que teve como resultado a inclusão de uma parcela muito grande da população que anteriormente não utilizava o transporte aéreo nos seus deslocamentos. Ainda segundo a ANAC (2013), o passageiro brasileiro pagou, em 2011, menos da metade do valor que pagava em 2002 para voar 1 km.

Assim como estes fatos despertam atenção, acionam o alerta das entidades responsáveis pelo planejamento do sistema de transporte aéreo do país, uma vez que as infraestruturas existentes demandam readequações à nova realidade e as regiões, por horas não atendidas por voos regulares, anseiam pela instalação de novos aeroportos para atender a estas populações.

No início do ano de 2013 o Governo Federal brasileiro lançou o Programa de Investimentos em Aeroportos, com o intuito de ampliar a oferta de transporte aéreo à população brasileira visando, entre outras

políticas, o fortalecimento da Aviação Regional. Está previsto, para uma primeira fase, a estruturação de 270 aeroportos regionais, investindo-se 7,3 bilhões de reais.

O objetivo do plano do Governo mais relevante para este trabalho é o de que 96% da população brasileira esteja a menos de 100 km de distância de um aeroporto. Para tanto, além da readequação de diversos aeroportos a esta nova realidade, muitos novos aeroportos deverão ser empreendidos.

Santa Catarina é um Estado cuja população está distribuída pelo território de maneira descentralizada, isto é, não existem grandes concentrações demográficas – na comparação com outros Estados vizinhos – deixando evidente que grandes áreas catarinenses povoadas não estão atendidas por transporte aéreo regular.

Vasconcelos (2007) entende que a concepção do aeroporto deixou de ser meramente a de um ponto de conexão entre diferentes modos de transporte, para assumir um papel mais sofisticado, sendo um agente transformador das condições econômicas da região onde está instalado, desde que seja considerado como parte integrante do desenvolvimento regional e lhe sejam dadas condições de modernização e adaptação da estrutura física e do modelo de administração às novas demandas dos usuários e do setor, em constante transformação.

Considerando este cenário, e tendo-se a visão de que a escolha da localidade de um novo aeroporto não deve ser feita de forma arbitrária e sim através de uma metodologia, julga-se pertinente a proposição de um método, onde são inseridos critérios relacionados ao bom funcionamento de um aeroporto regional, resultando na identificação das áreas adequadas para o empreendimento. Para o desenvolvimento deste estudo, utilizaram-se as tecnologias de Sistemas de Informação Geográficas, a serem abordadas ao longo do trabalho.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

Identificar as áreas mais apropriadas para a construção de um novo aeroporto no território do Estado de Santa Catarina.

1.2.2. Específicos

- Fundamentar a relevância do planejamento de aeroportos, com enfoque na etapa da escolha do sítio aeroportuário;
- Identificar a estrutura aeroportuária catarinense atual;
- Definir e fundamentar os critérios que sustentarão a escolha do sítio aeroportuário;
- Buscar e analisar dados geográficos relevantes ao estudo;
- Propor uma metodologia eficaz que resulte na obtenção de áreas aptas a implantação de aeroportos;
- Examinar os locais apropriados e discutir suas condições de implantação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. AVIAÇÃO CIVIL E TRANSPORTE AÉREO

A Aviação Civil é o ramo da aviação que abrange toda utilização não militar de voo, podendo ser esta privada ou comercial. Por sua vez, a Aviação Civil se subdivide em dois grandes grupos:

- ✓ Transporte Aéreo: operações de transporte comercial de passageiros e/ou de cargas;
- ✓ Aviação Geral: todas as outras atividades da aviação civil não destinadas ao transporte comercial, incluindo-se aviação executiva, taxi aéreo, aviação agrícola, fotogrametria, desportiva, voos de instrução, entre muitos outros exemplos.

O aeroporto, cuja localização este trabalho dedica-se em investigar, deve ser destinado primordialmente ao transporte aéreo de passageiros e, eventualmente, de cargas, podendo também servir à aviação geral da região em que for implantado.

2.1.1. Breve Histórico

Ainda que a primazia do voo em avião seja disputada por países como Brasil, Estados Unidos e França, os primeiros aeronautas empreenderam a experiência de voar sob o mesmo contexto, o período precedente à primeira Guerra Mundial. Sua eclosão acabou propiciando considerável impulso àquela aviação incipiente, antes preocupada em bater recordes de voos cada vez mais longos e altos. A Grande Guerra foi, portanto, a primeira oportunidade de se utilizar o avião por um objetivo específico – então uma nova arma de grande poder ofensivo.

Ao final da década de 20, outro importante acontecimento marcou a aviação: depois de vários anos de tentativa, em 1927, um piloto do correio aéreo americano voou de Nova York a Paris, sem escalas. Nos anos seguintes, muitos outros voos de travessia do Atlântico foram promovidos e, já em 1931, Wiley Post e Harold Gatty realizaram a primeira viagem relativamente rápida ao redor do mundo: 15.474 milhas em oito dias e 16 horas, a bordo de um monomotor.

A terceira revolução da aviação se deve à introdução de motores a jato em aviões cada vez mais robustos e de maior alcance, no período após a Segunda Guerra Mundial. Foi em 1952 o primeiro voo comercial com uma aeronave deste tipo, fabricado pela inglesa BOAC. Na década seguinte, em 1960, entraram em serviço os jatos da indústria americana Boeing, que por muitos anos dominou o mercado da fabricação de aviões a jato.

No final do século XX, depois de incorporar outras concorrentes, a Boeing passou a dividir esta liderança com a empresa europeia Airbus. Figuram hoje, também no cenário dos grandes fabricantes de aeronaves comerciais a jato, a brasileira Embraer e a canadense Bombardier, entre outras menores.

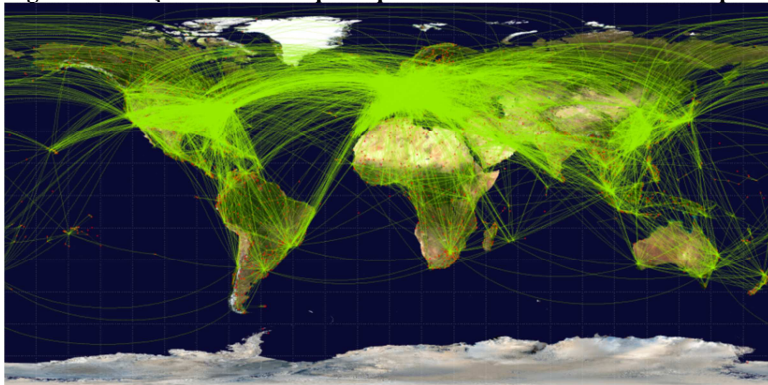
Com o passar dos anos, o transporte aéreo deixou de ser um privilégio de poucos que podiam pagar por aquele serviço para se transformar em uma necessidade do mundo globalizado (Mello et. Al, 2008). Companhias aéreas mais competitivas, focadas em produtividade e baixo custo operacional, não foram páreas para as antigas, que prosperaram anteriormente em um ambiente menos competitivo e dinâmico. Os países, por sua vez, assimilaram esta necessidade ampliando a possibilidade da criação de novas companhias e regras cada vez mais liberais para o segmento de transporte aéreo.

Por ser um modal relativamente mais veloz e seguro, o Transporte Aéreo nos dias de hoje é uma atividade econômica relevante para a economia global, tanto indiretamente, por integrar e fazer parte de todos os segmentos econômicos globalizados, quanto diretamente: O Transporte Aéreo empregou 57 milhões de pessoas em 2012 e gerou 2,2 trilhões de dólares, o que representa 3,5% do PIB mundial, segundo dados do Anuário 2013 da IATA.

Em 2012, o transporte aéreo mundial quase atingiu a impressionante marca dos 3 bilhões de passageiros transportados a partir de 31,2 milhões de decolagens, conforme dados da ICAO. Ainda segundo a organização, o número de passageiros transportados anualmente vem dobrando a cada quinze anos, desde 1977. É esperado

também que este incremento de 100% ocorra em 2030, quando seis bilhões de passageiros serão transportados por 60 milhões de decolagens.

Figura 1 - Traçado das 60 mil principais rotas mundiais em 3209 aeroportos.



Fonte: openflights.org/data.html

2.1.2. Aspectos Organizacionais da Aviação Civil

O transporte aéreo é, de acordo com Mello et. Al (2008), dentre todos os sistemas de transporte, o mais integrado internacionalmente. Desta forma, é necessário que se estabeleça regras a serem obedecidas por todos os organismos voltados à regulação, à concessão, ao controle do tráfego, à segurança e ao projeto dos aeroportos – e até mesmo pelos fabricantes de aeronaves.

A seguir, serão descritos os organismos representantes das três principais esferas do funcionamento do transporte aéreo internacional: Os países, as companhias aéreas e os fabricantes de aeronaves.

✓ International Civil Aviation Organization – ICAO

A ICAO é uma agência especializada da ONU, criada em 1944, que conta com 191 países membros. Sua sede está instalada na cidade de Montreal, no Canadá, e seu principal escritório está situado em Genebra, Suíça. A entidade possui outros sete escritórios de representação

regionais distribuídos pelo mundo – o que representa a América do Sul está em Lima, no Peru.

Seu papel está relacionado ao desenvolvimento dos princípios e técnicas de navegação aérea internacional, à organização e ao progresso dos transportes aéreos, de modo a favorecer a segurança, a eficiência, a economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos (ICAO, 1984) de maneira padronizada. A ICAO tem papel fundamental na manutenção e do cumprimento dos acordos de transporte aéreo entre países.

✓ *International Air Transport Assossiation – IATA*

É a entidade internacional formada pelas companhias aéreas do mundo inteiro, cuja designação é representa-las, servi-las e atuar na resolução de eventuais conflitos. O controle e fiscalização dos preços das passagens aéreas de trechos internacionais é uma das principais atribuições a IATA, que também busca soluções justas e estipulação de regras para as diversas atividades das companhias de atuação internacional.

✓ *Fabricantes de aeronaves*

Os fabricantes das aeronaves encerram o ciclo das organizações relevantes à aviação. O projeto de um aeroporto deve partir das características da aeronave indicadas nos manuais do fabricante, como peso, dimensões, velocidades de operação, tipo do trem de pouso, entre outras relevantes. As companhias aéreas, por sua vez, também devem conhecer plenamente o equipamento que estão utilizando para operar seus serviços, a fim de programar melhor suas frotas, rotas, escalas, manutenção e abastecimento, buscando a redução de custos e a oferta de um tipo de serviço compatível com o que aquele modelo de aeronave proporciona.

As grandes fabricantes de aeronaves são: Boeing (EUA), Airbus (União Europeia), Embraer (Brasil), Bombardier (Canadá), ATR (União Europeia), Tupolev (Rússia), SAAB (Suécia), CCA (China), Learjet e Cessna (EUA).

✓ *Federal Aviation Administration – FAA*

É a divisão do governo americano responsável pelas mais diversas ações que envolvem a aviação dos Estados Unidos, como controle do tráfego aéreo, normatização e regulamentação do setor, estudos e investigações, etc. Este órgão foi incluído nesta descrição do setor de transporte aéreo porque suas ações e recomendações, particularmente relacionadas à segurança e à operacionalidade são seguidas por organizações de aviação do mundo inteiro – inclusive a ICAO – devido à larga experiência que a FAA acumulou nos seus mais de 50 anos de atuação e desenvolvimento.

2.1.3. Aviação Civil no Brasil

O Brasil é um país membro da ICAO e as companhias aéreas do Brasil são associadas da IATA, permitindo uma total integração com os padrões de procedimentos da aviação civil internacional. Internamente, após diversas modificações na estrutura da gestão do setor aéreo, a organização da aviação civil brasileira está dividida em três principais pilares designados a diferentes instituições da administração pública, demonstrados no quadro a seguir.

Quadro 1 - Organizações nacionais de Aviação Civil e suas atribuições

ANAC	SAC/PR	DECEA
<ul style="list-style-type: none"> • Autarquia Federal • Regulamentação • Fiscalização 	<ul style="list-style-type: none"> • Presidência da República • Políticas Públicas • Gestão dos Recursos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ministério da Defesa (Aeronáutica) • Controle do Espaço Aéreo • Defesa do Espaço Aéreo

Há ainda a participação de outros intervenientes como os centros de estudos e previsão meteorológica, a indústria aeroespacial, as empresas de abastecimento, manutenção e suprimento em solo, as próprias companhias aéreas e os operadores aeroportuários. A seguir, uma breve descrição de algum destes organismos mais relevantes a este trabalho.

✓ *Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC*

A Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC foi fundada em 2005, substituindo o Departamento de Aviação Civil (DAC), que durante décadas foi a autoridade de aviação civil e órgão regulador do transporte aéreo no país.

Caracterizada como uma autarquia federal especial, com independência administrativa, a entidade é o órgão regulador que visa manter a continuidade e qualidade na prestação do serviço de transporte aéreo nacional, bem como cumprir e fazer cumprir a legislação pertinente do setor, como o Código Brasileiro de Aeronáutica, a Lei das Concessões, a Lei Geral das Agências Reguladoras e a Lei de Criação da ANAC, objetivando o interesse dos usuários.

A ANAC tem, entre outras atribuições, poder de outorgar e regular concessões relativas à prestação de serviços de transporte aéreo e de infraestrutura aeroportuária, aprovar planos diretores dos aeroportos, regular tarifas e atividades de administração e exploração de aeródromos, inclusive as exercidas pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero).

A atividade regulatória da ANAC é a mais relevante delas e pode ser dividida em duas vertentes: a regulação técnica e a regulação econômica. A regulação técnica ocupa papel de destaque na Agência e busca principalmente a garantia da segurança aos passageiros e usuários da Aviação Civil, por meio de regulamentos que tratam sobre a certificação e fiscalização da indústria. Isto decorre da necessidade de que as operações aéreas cumpram rígidos requisitos de segurança e de treinamento de mão de obra.

Já a regulação econômica refere-se ao monitoramento e possíveis intervenções no mercado de modo a buscar a máxima eficiência. Para tanto, são emitidos regulamentos que abrangem não somente as empresas aéreas, mas também os operadores de aeródromos.

✓ *Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República – SAC/PR*

A Secretaria de Aviação Civil da Presidência da República (SAC/PR) foi criada em 2011, pela Medida Provisória Número 527. Trata-se de um organismo governamental que elabora estudos e projetos relativos aos assuntos de aviação civil e de infraestruturas aeroportuária e aeronáutica civil, tanto no âmbito estratégico quanto no operacional.

Cabe à SAC/PR formular e implementar o planejamento estratégico do setor; elaborar e aprovar os planos de outorgas para exploração da infraestrutura aeroportuária; administrar recursos públicos, fundos e programas de desenvolvimento da infraestrutura de aviação civil; e coordenar os órgãos e entidades do sistema de aviação civil.

✓ *DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo*

É o departamento do Ministério da Defesa, subordinado ao Comando da Aeronáutica, que tem como missão garantir a segurança e o bom funcionamento do tráfego aéreo dentro do espaço aéreo brasileiro, inclusive defendendo-o.

✓ *Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO*

Fundada em 1973 e vinculada à Secretaria de Aviação Civil, a Infraero é uma empresa pública que administra 63 aeroportos, e 31 terminais de logística de carga no Brasil, que vão desde grandes aeroportos até alguns tão pequenos que ainda não recebem voos comerciais regulares. Nestes casos, estes aeroportos são mantidos, na maioria das vezes, por questões estratégicas ou por necessidades locais. A Infraero também atua em aeroportos equipados para funcionar como

plataforma de helicópteros e outros cuja vocação está na logística de carga aérea.

A Infraero tem por finalidade implantar, administrar, operar e explorar industrial e comercialmente a infraestrutura aeroportuária e de apoio à navegação aérea, prestar consultoria e assessoramento em suas áreas de atuação e na construção de aeroportos, bem como realizar quaisquer atividades, correlatas ou afins, que lhe forem conferidas pela SAC/PR.

Nos últimos anos, três dos principais aeroportos do Brasil foram concedidos para a iniciativa privada: Guarulhos, Brasília e Campinas, com contrato de 20, 25 e 30 anos de duração, respectivamente. Esta mudança visa entregar níveis de serviços maiores aos usuários destes terminais, advindos de investimentos consistentes da iniciativa privada. Com este fato, quase 50 milhões de passageiros por ano deixam de ser administrados pela Infraero, embora a empresa ainda mantenha 49% das ações dos novos consórcios dos operadores. Na sequência desta estratégia, os aeroportos internacionais do Rio de Janeiro e de Belo Horizonte/Confins também passarão a ser concedidos para a exploração e operação do setor privado.

✓ *Conselho de Aviação Civil – CONAC*

O CONAC é órgão de assessoramento da Presidência da República para a formulação da política nacional de aviação civil. Foi instituído pelo Decreto nº 3.564/2000 e alterado por decretos subsequentes. Por deliberação do CONAC, são convidados permanentes às reuniões do Conselho, o Diretor-Presidente da ANAC, o Presidente da INFRAERO e o Diretor Geral do DCEA. São Membros do CONAC:

- Ministro da Defesa (Presidente);
- Ministro de Estado das Relações Exteriores;
- Ministro de Estado da Fazenda;
- Ministro de Estado do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior;

- Ministro de Estado do Turismo;
- Ministro Chefe da Casa Civil da Presidência da República;
- Ministro de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão; e
- Comandante da Aeronáutica.

2.2. SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

2.2.1. Conceitos Gerais

Geraldí (2012) conceitua Sistema de Informação Geográfica (SIG) (colocar rodapé) como sistema que unifica informações alfanuméricas e elementos gráficos georreferenciados. De acordo com Pires (1994) apud Geraldí (2012), um Sistema de Informação Geográfica é um sistema informático composto basicamente por hardware, software e dados geográficos que tem por objetivo a eficiente captura, armazenamento, atualização, manipulação, análise e visualização de informação geográfica bem como de toda a informação susceptível de referência geográfica.

De maneira simplificada, um SIG aloca as informações que foram introduzidas em seu sistema nas respectivas posições geográficas que lhes dizem respeito, gerando-se, como output, mapas temáticos dos mais variados assuntos.

Segundo Buttchevitz (2011), os SIG estão inseridos dentro da área de conhecimento conhecida como Geoprocessamento, que pode ser entendida como o conjunto de processos e técnicas matemáticas e computacionais que visam o tratamento de dados espaciais de objetos e fenômenos cuja posição geográfica é determinante para o estudo.

Por esta razão, embora os SIG sejam muito utilizados para áreas de conhecimento técnico como geologia, geografia, engenharia dos solos, engenharias construtivas, etc., há uma tendência de crescimento do uso dos SIG em atividades gerenciais e tomadas de decisões estratégicas.

2.2.2. Aplicações de SIG na Seleção de áreas de interesse

SIG é frequentemente utilizado como instrumento para compreensão e monitorização do território cada vez mais complexo. A necessidade de integrar informações de diversas naturezas, quando se faz a gestão do território, fez com que se intensificasse a frequência das aplicações dos SIG, nos últimos anos. Atualmente é comum utilizar as suas ferramentas para simular os possíveis cenários resultantes de determinadas decisões ao nível do planeamento e do ordenamento do território.

2.3. O AEROPORTO

Previamente ao conceito de Aeroporto, deve-se abordar do que se trata um Aeródromo. A ANAC formaliza definições gerais e normatiza questões da aviação civil através de documentos regulatórios, publicados no Diário Oficial, que recebem o nome de Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC. O RBAC nº01 – “Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida” estabelecem, dentre outros padrões, nomenclaturas importantes que estão consideradas ao longo deste trabalho.

No que se refere a Aeródromo, o RBAC nº 01 define:

“Aeródromo significa uma área delimitada em terra ou na água destinada para uso, no todo ou em parte, para pouso, decolagem e movimentação em superfície de aeronaves; inclui quaisquer edificações, instalações e equipamentos de apoio e controle das operações aéreas, se existirem. Quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe denominação de heliponto” (RBAC nº 01, 2011:02).

Um aeródromo pode ser civil ou militar, mas ambas as modalidades podem valer-se do uso de um aeródromo da outra, desde que sejam obedecidas normas estabelecidas pela autoridade competente.

Aeródromos Civis, ainda podem subdividir-se entre Aeródromos Privados e Públicos.

Um Aeródromo Privado, uma vez devidamente registrado junto a ANAC pode ser utilizado somente com permissão do seu proprietário, vedada sua exploração comercial. Já os Públicos são abertos ao tráfego por meio de um processo de homologação de sua infraestrutura pela ANAC e destinado ao uso de aeronaves civis em geral.

Uma vez registradas estas definições preliminares, aborda-se o conceito de Aeroporto de forma mais elucidada. Segundo consta no RBAC nº 01,

“Aeroporto significa um aeródromo público dotado de edificações, instalações e equipamentos para apoio às operações de aeronaves e de processamento de pessoas e/ou cargas. Quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe a denominação de heliporto” (RBAC nº 01, 2011:04).

Diante das conceituações supracitadas, infere-se que todo aeroporto é um aeródromo, mas a recíproca não é verdadeira.

Para resumir as acepções colocadas, representa-se o Aeroporto Santos Dummont, localizado no Rio de Janeiro, na Figura 2 e Figura 3. A Figura 2 sinaliza as cercanias da instalação que corresponde ao Aeródromo, enquanto que a Figura 3 demonstra o conjunto de instalações que corresponde ao Aeroporto.

Figura 2- Representação do Aeródromo do Aeroporto Santos Dummont, no Rio de Janeiro.



Fonte: GoogleEarth. Adaptado pelo autor.

Figura 3 - Representação do Aeroporto Santos Dummont, no Rio de Janeiro.



Fonte: GoogleEarth. Adaptado pelo autor

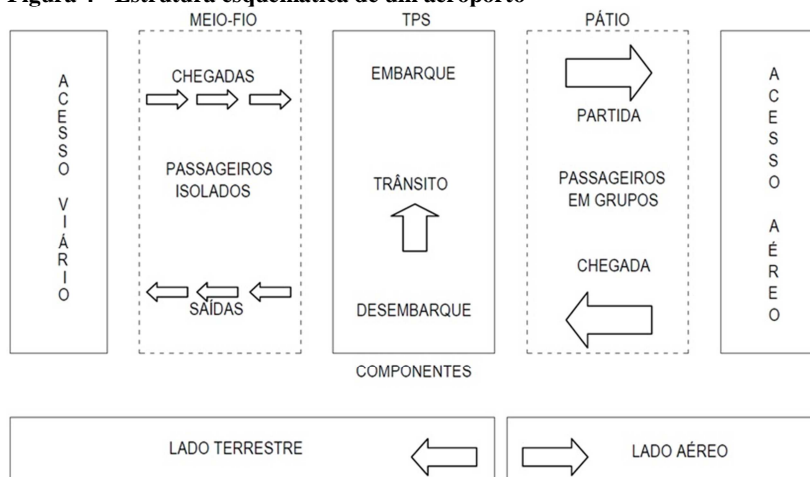
Estas instalações aeroportuárias construídas nas adjacências da pista de pouso e decolagem e juntamente com ela, constituem os sistemas do aeroporto, a serem abordados no próximo item.

2.3.1. Os Sistemas do Aeroporto

Um aeroporto se divide basicamente em duas grandes estruturas: Lado terra e Lado Ar (ou lado terrestre e lado aéreo, respectivamente). Horonjeff et Al. (2010) coloca que os portões de embarque nos terminais simbolizam a fronteira entre estes dois sistemas. Goldner (2012) conceitua o terminal de passageiros (TPS) como a interface entre o lado ar e o lado terra, isto é, faz a ponte entre os modos de transporte terrestre (acesso/egresso) e o transporte aéreo. Ao se planejar um aeroporto é oportuno enaltecer a importância, também, do lado terra, referente aos acessos terrestres, aos estacionamentos de veículos, ao entorno geral do aeroporto e aos terminais de passageiros e de cargas. Afinal, o passageiro, ou o operador logístico, está interessado na duração da viagem inteira, conhecida como porta-a-porta e não apenas no trecho realizado em voo.

A Figura 4 ilustra de forma esquemática a interação entre o lado ar e o lado terra de um aeroporto e o comportamento do tráfego dos passageiros, que também se aplica a cargas.

Figura 4 - Estrutura esquemática de um aeroporto



Fonte: Goldner, 2012; p.108

As características dos usuários do aeroporto, bem como aspectos socioeconômicos e culturais devem ser ponderadas no momento do dimensionamento do TPS e de suas cercanias. Um exemplo é o fato de um aeroporto estar situado em um local de trânsito conturbado em um determinado centro urbano. Trânsito ruim resulta na imprevisibilidade no tempo gasto no deslocamento entre o ponto de origem do usuário ao aeroporto. A consequência é um alto contingente de passageiros chegando ao terminal de passageiros com muita antecedência e, portanto, ocupando aquele espaço (Horonjeff et Al., 2010). O projetista deve estar atento a fatores como este na hora de dimensionar as áreas do aeroporto, a fim de garantir o nível de serviço estipulado ao empreendimento.

Ao lado ar, Horonjeff et Al. (2010) atribui duas seguintes estruturas: Pátio de aeronaves e Área de manobras – que se subdivide entre *taxiways* e pista de pouso e decolagem.

O pátio de aeronaves é o local de parada dos aviões e onde irão acontecer as atividades de abastecimento, tanto de combustível quanto de outros insumos necessários ao voo, e o embarque da tripulação e dos passageiros. É um espaço onde existe rigoroso controle de acesso onde devem estar previstos padrões de respostas a qualquer tipo de emergência.

A pista de pouso e decolagem é a faixa de rolamento por aonde o avião irá tanto acelerar para atingir a velocidade de decolagem, quanto vai frear até sua total parada, na aterrissagem. A *taxiway*, ou vias de taxi, são as vias que conectam a pista de pouso e decolagem ao pátio de aeronaves. Em alguns casos, sobretudo em aeroportos com baixo movimento de aviões, o taxi ocorre na própria pista de pouso e decolagem. Já em aeroportos movimentados isto se torna inviável, uma vez que um avião taxiando pela pista está tomando um tempo demasiado que poderia ser aproveitado para a próxima decolagem ou aterrissagem. A *taxiway*, portanto, permite que a aeronave desocupe a pista rapidamente.

2.3.2. Características de Projeto de um Aeroporto

As características abordadas no item anterior devem obedecer a normas técnicas quando submetidas a um projeto de aeroporto. No Brasil, a ANAC publicou o RBAC nº 154 – Projetos de Aeródromos com o intuito de normatizar as diversas características inerentes ao aeroporto.

Este regulamento, no entanto, tem como subsídios principais os manuais da ICAO: *Aerodrome Design Manual*, partes 1 e 2, que por sua vez, foram elaborados a partir do documento *Airport Design, Advisory Circular AC 150*, publicado (em última versão) em 2008, pela FAA. Ou seja, as normas seguidas por todos os países filiados a ICAO têm na origem os padrões propostos pela Federação Americana de Aviação. A literatura utilizada neste trabalho segue as normas internacionais.

2.3.2.1. Pista de Pouso e Decolagem

As características estruturais – comprimento, largura, espessura e material – da pista de um aeródromo devem ser determinadas a partir de um pressuposto inicial: A aeronave crítica (ou aeronave tipo) de operação naquele aeródromo. Isto significa a aeronave que irá exigir estruturas mais robustas e extensas para completar, em segurança, a etapa terrestre de decolagem e pouso considerando-se pesos máximos de decolagem e de aterrissagem para aquele modelo de aeronave.

Isto é, o ideal é que se tenha uma estimativa futura de qual será a aeronave crítica no aeroporto a ser projetado para que o projeto esteja dentro da conformidade de capacidade por um período longo e adequado e, então, seja feita uma ampliação ou reformulação, sendo este o caso.

Como este trabalho está tratando da área do aeroporto, a dimensão relevante para o tamanho do terreno é o comprimento da pista. Largura e espessura, portanto, são atributos que não serão abordados.

Segundo Goldner (2012), o comprimento de pista a ser construído deve levar o projetista a introduzir os seguintes dados em ábacos fornecidos pelos fabricantes de aeronaves: temperatura de referência do local, altitude geométrica, declividade média da pista e peso bruto do avião e vento. Estes dados entregarão, no *output*, o comprimento de pista necessário.

A orientação da pista é também fator imprescindível ao projeto. O RBAC propõe que um estudo de ventos recorrentes na região do sítio aeroportuário deve ser realizado a fim de se orientar a pista a favor do sentido de maior recorrência de ventos. O vento que deve ser evitado nas movimentações de aeronaves é, portanto, o vento lateral, conhecido como vento de través.

O manual da ICAO limita as velocidades permitidas de operação com vento de través conforme o comprimento da pista, conforme o Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Limites de velocidade dos ventos

Comprimento de Referência de Pista	Componente de Centro de Través Permitido
> 1500 m	20 nós
1200 m a 1499 m	13 nós
< 1200 m	10 nós

Fonte: ICAO, 1984.

Para pistas maiores que 1500m, as pistas devem ser orientadas de modo que as aeronaves possam pousar pelo menos 95% do tempo com componente de vento de través menor ou igual a 20 nós.

Há alguns casos em que é conveniente ao projetista estabelecer uma área de provisão para a construção de uma pista alternativa para vento lateral. Esta pista será válida em casos onde existam ventos de duas condições diferentes atuando com uma frequência elevada ou ainda em aeroportos muito movimentados em que se pode tanto utilizar a pista alternativa para ampliar a capacidade do aeródromo, quanto para manter o aeroporto ininterruptamente operando, mesmo nos breves intervalos

em que o vento de través está atuando. Se o aeroporto em questão será um aeroporto regional de baixo fluxo e estabelecido em uma área onde exista apenas uma direção de vento muito recorrente, esta providência pode ser dispensada.

2.3.3. Planejamento de Aeroportos

A boa localização de um aeroporto exige grande disponibilidade de terras para a construção de pistas, estacionamento de aeronaves (pátios), áreas para passageiros, manuseio de cargas e bagagens, sistemas de aproximação de aeronaves, espaços livres nas proximidades das pistas para aumentar a segurança em pousos e decolagens, áreas para futuras ampliações e para o funcionamento de todas as atividades de apoio, sem as quais o transporte aéreo não pode funcionar. (MELLO, 2008).

Os atuais aeroportos centrais, ou muito próximos dos centros urbanos, um dia foram construídos em áreas isoladas. Sua existência criou novas acessibilidades, estimulando o surgimento de construções nos seus arredores, que poderiam ser contidas pelo poder público. Sua presença em meio ao cotidiano urbano causa má qualidade de vida dos moradores do entorno e impede a plena funcionalidade da estrutura. Ao mesmo tempo, é difícil desativar um aeroporto como este, pela comodidade que proporciona aos usuários – apesar dos transtornos comentados – e pelo alto investimento que se fez em seu empreendimento.

Segundo Mello (2008), o ideal é a construção de aeroportos em áreas distantes dos centros urbanos, com áreas de previsão para futuras expansões e de segurança para as operações (áreas de escape), e o uso do solo e obedecendo as normas. Tudo isto integrado com facilidades de acesso por trens expressos, metros, serviços de ônibus e rodovias que permitam chegar a eles rapidamente, sem congestionamento.

Os dados básicos para a elaboração de um projeto de aeroporto são obtidos a partir da destinação do aeródromo, a demanda atual e

futura, a etapa crítica dos voos, tipo e peso das aeronaves tipo. O projeto deve ser precedido de um plano diretor que, dentre outros itens, engloba:

- Estudo do uso do solo;
- Relação com a população nas proximidades;
- Meio ambiente;
- Acesso terrestre;
- Pistas, aproximação em segurança e controle do tráfego;
- Prédios e demais instalações;
- Planos de expansão;
- Cronogramas de execução;
- Processo de exploração: público, privado ou misto;
- Financiamento;
- Integração operacional com outros aeroportos próximos;
- Licitações, contratos, fiscalização e gerenciamento das obras.

O planejamento de um aeroporto é um processo complexo e, portanto, a análise de uma única atividade sem considerar o efeito nas demais não trarão as melhores soluções. Um aeroporto encampa uma imensa gama de atividades que geralmente demandam diferentes e conflitantes requerimentos. Além disso, estes requisitos são interdependentes, ocasionando que um único aspecto impacte na limitação de todo o complexo (Horonjeff et Al., 2010).

No passado, o planejamento de um aeroporto era desenvolvido isoladamente com base em no que a localidade na qual estava inserido necessitava. Nos tempos mais recentes, estes projetos têm sido integrados ao planejamento aeroportuário regional ou nacional que leva em consideração a integração entre os aeroportos em questão e sua integração com a população que os utiliza.

A implantação de um novo aeroporto é decorrente, na maioria das vezes, das necessidades de desenvolvimento econômico de uma região. (DAC, 2005). Neste enfoque, basicamente, têm-se duas situações distintas: localidades onde a infraestrutura aeroportuária atual, sem possibilidade de expansão, não atende mais às necessidades da região;

ou localidades que ainda não dispõem de nenhum aeródromo – o foco deste trabalho. Em ambos os casos, inicialmente, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos econômicos, caracterizando a região e avaliando se o seu potencial para o transporte aéreo justifica a implantação de uma nova unidade aeroportuária.

2.3.3.1. Determinação do local de construção de um novo aeroporto

A proposição de sítios para implantação de novos aeroportos no Brasil era, até 2005 de competência do extinto Departamento de Aviação Civil (DAC), mais precisamente pelo seu Instituto de Aviação Civil (IAC). Enquanto esteve atuante, este órgão desenvolveu metodologias próprias para as diversas questões da aviação, inclusive o relevante Manual de Implantação de Aeroportos, publicado no último ano de funcionamento do DAC.

O processo de avaliação, segundo consta no Manual, deve ser realizado por equipe técnica multidisciplinar, com o objetivo de coletar dados relativos à localidade e caracterizar os sítios preliminarmente identificados por meio de visitas in loco, por via terrestre e, quando possível, por sobrevoo. A coleta de dados para a caracterização do sítio deve obedecer aos seguintes requisitos:

- 1) Principais características socioeconômicas da região a ser atendida pela unidade aeroportuária;
- 2) Localização (distância) da área em relação ao centro urbano do principal polo gerador de tráfego e a outros centros próximos;
- 3) Identificação de aeródromos, existentes ou previstos, na área de influência da localidade em estudo (50 km);
- 4) Vias de acesso: características e distância em relação às localidades atendidas;
- 5) Dados meteorológicos históricos de pelo menos cinco anos relativos à temperatura e aos ventos (direção, intensidade e frequência);
- 6) Dimensões e orientação da área em relação aos ventos predominantes;
- 7) Tipo de ocupação do solo na área proposta e no seu entorno, tais como: edificações, culturas, parcelamentos, matas naturais e outros usos;

- 8) Identificação e caracterização das possíveis implantações de natureza perigosa, tais como lixões, aterros sanitários, vazadouros, matadouros e outros que possam atrair pássaros;
- 9) Identificação da existência de áreas de proteção ambiental na área de influência do projeto;
- 10) Caracterização do valor das terras nas localidades indicadas com potencial para atender ao aeroporto;
- 11) Topografia da área e de seu entorno, visando avaliar possíveis obstáculos à navegação aérea e a necessidade de movimentação de terra;
- 12) Caracterização preliminar geológica do tipo de solo e das possibilidades de drenagem, visando à implantação do aeroporto;
- 13) Identificação de serviços e instalações quanto ao fornecimento de energia elétrica, meios de comunicação telefônica, abastecimento de água, tratamento de esgoto e lixo, entre outros.

De posse destas informações, deve-se analisar, dentre os poucos sítios finalistas para a escolha, e apontar aquele que melhor se adapta aos critérios de planejamento e às características do futuro aeroporto.

Para Horonjeff et Al. (2010), o escopo do processo de escolha do sítio aeroportuário irá variar de acordo com o tamanho, complexidade e papel do novo aeroporto, mas existem linhas gerais que comumente são aplicados para todos os casos, divididas em três etapas: identificação, triagem e seleção.

- ✓ *Identificação*: Inicialmente são desenvolvidos os critérios que irão determinar se um terreno é propício para a construção de um novo aeroporto, bem como se este atende as necessidades dos potenciais usuários do futuro terminal. Estes critérios, por exemplo, verificarão as características geográficas do terreno; a distância do aeroporto existente mais próximo, a distância da concentração demográfica mais próxima e qual o grau desta concentração. É esperado que uma boa quantidade de terrenos que se enquadrem nestes quesitos seja obtida.
- ✓ *Triagem*: Uma vez obtidos os primeiros sítios identificados, inicia-se um processo eliminatório que deverá ser aplicado a cada um destes locais, isto é, uma avaliação de todos os sítios

potenciais que atenderam aos critérios iniciais deve ser conduzida, filtrando-se aqueles com cujas deficiências se apresentam mais evidentemente. Este processo eliminatório norteia-se em fatores de eliminação que segue uma sequência, elencada por Horonjeff et Al. (2010) da seguinte maneira:

- Capacidade Operacional: espaço aéreo, obstruções, clima;
 - Capacidade potencial disponível: disponibilidade para futuras instalações;
 - Acesso terrestre: distância a partir da demanda por serviços de aviação, infraestrutura viária regional, transporte público disponível;
 - Custos de implantação: o valor da terra, as condições construtivas do solo, disponibilidade de serviços públicos (energia elétrica, água, telecomunicação).
 - Impactos ambientais: ruído das aeronaves, qualidade do ar, das águas subterrâneas, escoamento superficial, impacto na flora e na fauna, etc.;
 - Compatibilidade com a área em todo o planejamento do impacto do uso da terra;
- ✓ Seleção: O último passo é, de fato, selecionar e recomendar a implantação do aeroporto no local mais adequado.

Horonjeff et Al. (2010) chama a atenção para o cuidado na aplicação deste método, no sentido de que o processo deve se concentrar em fornecer aos tomadores de decisão informações sobre várias opções de uma forma compreensível e parcial, considerando os elementos de sensibilidade para a análise.

2.3.3.2. Zona de Proteção Aeroportuária

Esta importante definição é objeto do Plano de Proteção do Aeródromo, que deve ser consolidado levando-se em consideração fatores como a navegação aérea, o ruído, o uso do solo e recentemente até proteção contra raios *laser*, conforme consta no RBAC nº 154. O

Plano, por sua vez, resulta em projeções de superfícies imaginárias bi ou tridimensionais, que estabelecem as restrições impostas ao aproveitamento das propriedades dentro da Zona de Proteção (Goldner, 2012).

No que tange ao tema deste trabalho, a Zona Livre de Obstáculos consiste no item de maior relevância dentre o conjunto.

O RBAC nº154 estabelece, entre outras recomendações que:

- i) Uma superfície de proteção contra obstáculos deve ser estabelecida quando for necessário oferecer um sistema visual indicador de rampa de aproximação.
- ii) As características da superfície de proteção contra obstáculos, como a origem, divergência, extensão e declividade, devem corresponder às características especificadas pelo RBAC-154.

Isto é, quando o aeroporto oferece operação do tipo IFR¹, deve fornecer ao piloto uma rampa de aproximação, que será visualizada no instrumento instalado na aeronave, que deverá ser livre de obstáculos, o aeronauta guia-se pelo instrumento e não pela própria visualização da área de navegação. Goldner (2012) cita algumas das seguintes projeções de superfícies em sua publicação: Faixa de Pista, Superfícies de Aproximação, Decolagem e de transição, Superfície Horizontal Interna, Superfície Cônica, de Aproximação e Transição Interna e Pouso Interrompido.

Quanto da elaboração de um Plano Diretor do Aeródromo é imprescindível à estimação e ao detalhamento de cada uma destas superfícies e, caso exista um obstáculo dentro das áreas previstas, devem-se tomar as medidas previstas no RBAC nº 154.

¹ IFR: Instrument Flight Rules. É a operação de aproximação ao aeródromo utilizada em ocasiões de baixa visibilidade, que consiste na condução da aeronave ao pouso por uma rampa imaginária emitida por sinal, do instrumento instalado na cabeceira da pista para a leitura no instrumento instalado no avião.

2.3.3.3. Perigo Aviário

Perigo aviário é o risco potencial de colisão com ave ou bando de aves, no solo ou no espaço aéreo (Morais, 2012).

Trata-se de um assunto de crescente relevância e de preocupação constante entre todas as esferas do transporte aéreo (CENIPA). Um caso emblemático recente, que demonstra o que este evento é capaz de causar, foi a amerissagem² de um avião de grande porte da companhia americana US Airways, no Rio Hudson, em Nova York, Estados Unidos, quando se aproximava do aeroporto internacional, em Janeiro de 2009.

As consequências de uma colisão entre aves e aeronaves são imprevisíveis, dependendo do local da colisão (para-brisas, asa, motor, etc). De acordo com a publicação de Moraes (2012), estatísticas indicam que quase 90% das colisões ocorrem a até 3 mil metros de altura, nas proximidades dos aeródromos, e durante o período diurno.

Ainda segundo Moraes (2012), a probabilidade deste tipo de incidente é dada em função da quantidade de aves presentes nas rotas de voo e do número de vezes que estes elementos se cruzam no espaço aéreo. A intensidade dos danos é estimada, por Moraes (2012), a partir da velocidade do avião e da massa do animal. Um exemplo é o choque entre uma ave de 2 kg com uma aeronave a 300 km/h, cujo impacto pode chegar a um impacto de 7 toneladas.

O risco de acidente aeronáutico causado por colisão aves é, portanto composto por duas variáveis: probabilidade de colisão e gravidade de colisão (Morais, 2012).

O Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA, coloca o crescimento da população brasileira associado à ocupação desordenada do uso do solo urbano, a um saneamento básico inadequado e, finalmente aos sistemas de coleta de

² Em aviação, significa a o procedimento de pouso na água.

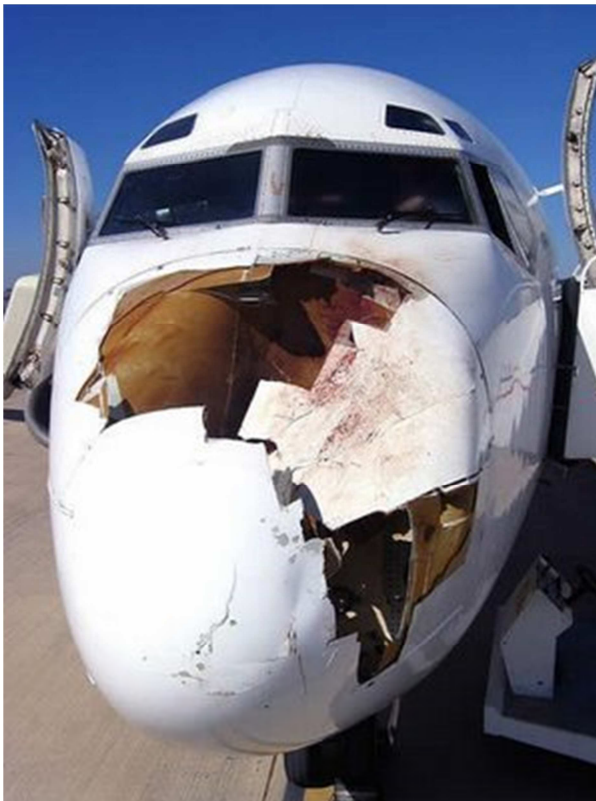
resíduos sólidos pouco eficientes como um cenário de atração de quantidades significativas de aeronaves em busca de alimento – com destaque ao Urubu e à Garça pequena branca que, juntos, correspondem a quase 50% das colisões com aeronaves, segundo o CENIPA.

A partir do ano de 1987 o assunto passou a receber atenção do CENIPA, que encabeçou estudos, juntamente com outros órgãos, objetivando diagnosticar as características do problema e propor ações mitigatórias. Finalmente, em 1995, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou a relevante Resolução nº 04, em que foram estabelecidas restrições à implantação de atividades que atraíssem aves, concretizando-se como um marco sobre o assunto no Brasil.

Ficou delimitada a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), em que isola, por um raio de 20 km a partir do centro da pista do aeródromo (IRF), atividades atrativas a aves, tais como: lixões, aterros sanitários, curtumes, abatedouros, assim como quaisquer outras atividades que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea (CONAMA, 1995).

Segundo o CENIPA, diversas aeronaves foram perdidas no Brasil e 259 mortes já foram contabilizadas, em decorrência do perigo aviário.

Figura 5 - Aeronave comercial atingida por ave em Phoenix, Estados Unidos, em 2009.



Fonte: diariodeumaeromodelista.blogspot.com.br

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi proposta pelo próprio autor. A literatura encontrada propõe, de maneira geral, uma sequência de etapas para a escolha do sítio aeroportuário partindo-se da premissa de que a decisão da construção de um aeroporto em determinada região de importância econômica já foi tomada – restando-se apenas localizar o melhor terreno.

A metodologia aqui colocada busca potencialidades técnicas/operacionais e econômicas em áreas ainda não atendidas por aeroportos. No fim do procedimento, pode-se encontrar tanto uma variedade de áreas propícias para a implantação de aeroporto, quanto nenhuma área disponível para esta finalidade.

A sequência dos procedimentos está resumida no Quadro 3. São sete passos para se chegar ao resultado.

A busca pelo entendimento das condições de operação de um aeroporto norteou a Fundamentação Teórica, que abordou temas gerais da aviação civil e do transporte aéreo e temas específicos sobre projeto e planejamento e aeroportos, focando no conjunto de fatores decisivos para a escolha do sítio aeroportuário.

Com uma ideia bem definida a respeito do que um aeroporto necessita para plenitude operacional, bem como condições de estímulo a demanda por transporte aéreo, buscou-se informações nas mais variadas fontes de banco de dados conhecidos no Brasil e publicamente disponíveis, sobretudo mapas digitais. Obtiveram-se dados confiáveis em sites de órgãos como ANAC, Epagri, IBAMA, IBGE, DNIT, ABES, entre outros.

Antes do início do tratamento dos dados realizou-se, na terceira etapa, a determinação da área de estudo, para se delimitar uma área de interesse, onde as informações serão dispostas em ambiente SIG.

A partir de então se iniciaram as etapas de manipulação dos dados no software ArcGIS, desenvolvido pela fabricante Esri. O

programa permite a criação de *layers*³ temáticas e possibilita sobreposições destas. Para cada critério definido, criou-se uma *layer*. Depois, agruparam-se estes critérios em quatro fases, para que um procedimento de análise seja feito ao final de cada uma delas.

Quadro 3 - Procedimentos Metodológicos

	#	ETAPA:	Descrição
	1	Referencial Teórico	Levantamento investigativo sobre quais parâmetros são considerados na implantação de um aeroporto; Esta etapa norteia e fundamenta todas as outras.
	2	Levantamento de dados	Busca por informações em banco de dados de organizações relacionadas aos critérios explorados; a qualidade e a quantidade destas informações influenciam na escolha dos critérios a serem utilizados no trabalho.
	3	Determinação da área de estudo	Delimitação do universo territorial a ser estudado.
Etapas SIG	4	1ª Fase: Critérios restritivos gerais	Eliminação de áreas impedidas pelos critérios
	5	2ª Fase: Classificação Econômica	Seleção das áreas com maior possibilidade de demandar transporte aéreo e descarte das áreas com menor possibilidade
	6	3ª Fase: Restrições Operacionais	Avaliação das características das áreas classificadas para eliminação daquelas cujas condições de relevo não permitem projeto de aeródromo.
	7	4ª Fase: Qualificação para Utilização	Qualifica as áreas finalistas entre mais favoráveis e menos favoráveis quanto a maior facilidade de implantação, no que se refere à integração com o centro urbano e aos acessos terrestres existentes.

Estas quatro fases, alocadas esquematicamente nas Etapas 4,5,6 e 7 serão mais detalhadamente abordadas na seção 4.2: Critérios Utilizados. A sequência adotada a ideia do procedimento colocado por

³ *Layer* é o termo em inglês (que significa camada) utilizado em programas de manipulação de imagens e informações, como os SIG.

Horonjeff et Al. (2010) anteriormente abordado: Identificação, Triagem e Seleção.

A Etapa 4 – 1ª Fase reúne critérios restritivos para o estabelecimento de atividades aeroportuárias em qualquer território, segundo as normas consultadas. Alocou-se “Rios Principais” também nesta categoria, entretanto, no momento da aplicação entendeu-se que seria conveniente utilizar o dado da proximidade de Rios ao final do processo, na Etapa 7, porque na presente etapa analisaram-se os dados de maneira macro, com a visualização de toda a área de estudo. Por questões de classificação, manteve-se este critério na 1ª Fase (Etapa 4).

A 2ª Fase analisou as áreas remanescentes ao processo eliminatório anterior e identificou potenciais demandantes por transporte aéreo, segundo os respectivos PIBs municipais dispostos no mapa.

Dentre as melhores opções, a 3ª etapa avaliou as condições de relevo e altimetria de cada área, segundo recomendações de projeto para a Zona de Proteção Aeroportuária. Também por eliminação, descartaram-se os locais onde os movimentos de aproximação e decolagem de aeronaves seriam restritos.

As áreas finalistas do processo passam por uma análise qualitativa na 4ª fase, em que se discute a área mais apropriada para a construção do novo aeroporto, subsidiando dados relevantes como acessos existentes e distância dos centros urbanos. Conclui-se que, ao chegar até este ponto, o terreno esteja apto a receber um projeto de aeroporto e cabe ao tomador de decisão eleger em qual deles o empreendimento será efetuado.

4. ESTUDO DE IDENTIFICAÇÃO DAS MELHORES ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO AEROPORTO EM SANTA CATARINA

4.1. ÁREA DE ESTUDO

4.1.1. Informações Gerais

Define-se a área de estudo deste trabalho como o território do Estado de Santa Catarina, cuja área é de 95.346,181 km² e, segundo estimativas de 2013 do IBGE, população de 6.634.250 habitantes, o que resulta em uma densidade demográfica de 69,58 hab./km², distribuída em 295 municípios. Dentre os mais populosos, destacam-se Joinville, Florianópolis, Blumenau, São José, Criciúma, Chapecó, Itajaí, Lages, Jaraguá do Sul, Palhoça, Balneário Camboriú, Brusque e Tubarão, todos com mais de cem mil habitantes.

Santa Catarina é limítrofe dos Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, de maneira que aeroportos com voos regulares nas bordas destes estados com o território catarinense irão influenciar na área de estudo deste trabalho, conforme será explorado no item 4.2.

A economia catarinense é bastante diversificada e, a exemplo de sua demografia, descentralizada. A importância de se verificar as atividades econômicas e suas respectivas intensidades e posições geográficas se deve ao fato de que o PIB de uma região tem relação direta com demanda por transporte aéreo que, em última instância, necessita da instalação de um aeroporto.

Na tabela abaixo, a relação das principais atividades da economia, de acordo com cada mesorregião do Estado de Santa Catarina, se acordo com classificação do IBGE.

Quadro 4 - Mesoregiões em Santa Catarina: dados econômicos

Mesoregião	Principais Municípios	Setores Econômicos	PIB (2010) x R\$1.000
Norte	Joinville, Jaraguá do Sul, São Bento do Sul, Mafra	Metal-mecânico, moveleiro, serviços.	22.775
Vale do Itajaí	Blumenau, Itajaí, Balneário Camboriú, Brusque, Navegantes, Rio do Sul	Têxtil, logística, turismo, serviços.	24.505
Grande Florianópolis	Florianópolis, São José, Palhoça	Serviços, tecnologia, turismo.	13.146
Sul	Criciúma, Tubarão	Carbonífero, cerâmico.	10.372
Planalto Serrano	Lages, Curitibanos, Campos Novos	Agricultura, pecuária,	4.795
Oeste	Chapecó, Caçador, Concórdia, São Miguel do Oeste	Agroindústria, pecuária.	17.363

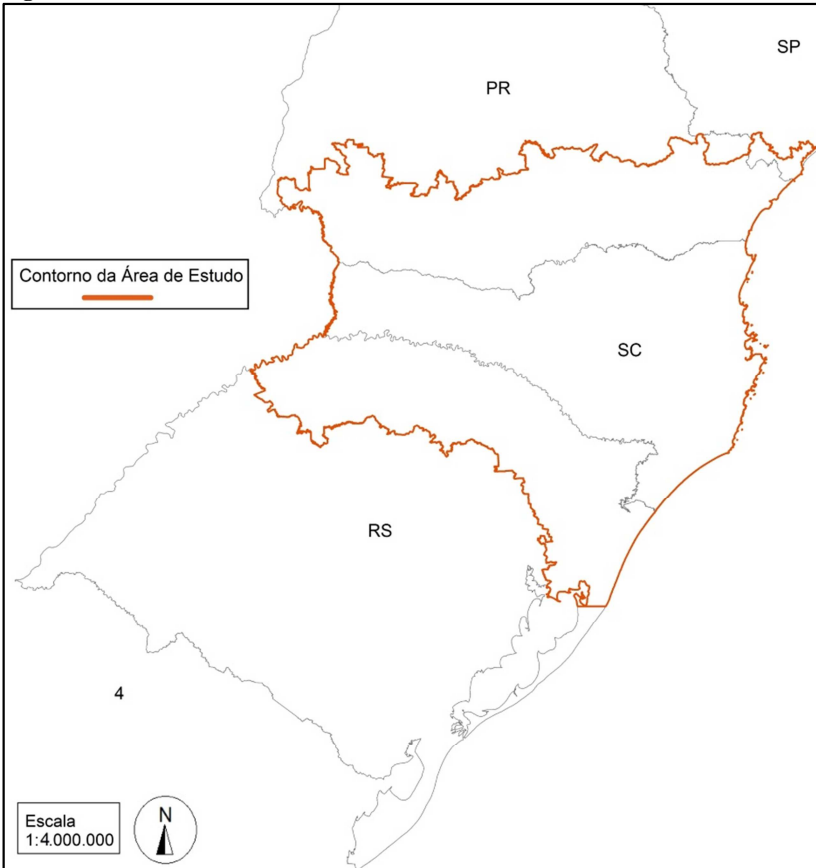
Fonte: IBGE

Figura 6 - Santa Catarina dividida em suas Mesoregiões

Fonte: Wikipedia, adaptado pelo autor.

A área de estudo, contudo, deve ser considerada além dos limites territoriais catarinenses. Mais adiante serão detalhados os critérios para a análise das melhores áreas para implantação de um novo aeroporto e, como um destes critérios diz respeito à influência de aeroportos já existentes e operantes, deve-se levar em consideração aqueles situados nos próximos aos limites territoriais do Estado de Santa Catarina, porém, nos Estados vizinhos, Paraná e Rio Grande do Sul.

Portanto, a área de estudo deste trabalho será o território do Estado de Santa Catarina acrescido de 100 km de faixa de território dos Estados do Paraná e Rio Grande do Sul, adjacentes aos limites territoriais. A Figura 7 demonstra o resultado da determinação da área de estudo.

Figura 7 - Área de Estudo

4.1.2. Estrutura Aeroportuária da Área de Estudo

O Estado de Santa Catarina dispõe de uma infraestrutura aeroportuária descentralizada e que conta com, além de diversos aeródromos e alguns aeroportos sem voos regulares, cinco aeroportos com voos comerciais regulares, conforme o quadro a seguir.

Quadro 5 - Aeroportos que operam voos regulares na área de estudo

Aeroporto	Município	Administração	Movimentação (2012)
Hercílio Luz Internacional	Florianópolis	INFRAERO	3.395.256
Ministro Victor Konder Internacional	Navegantes	INFRAERO	1.277.486
Lauro Carneiro de Loyola	Joinville	INFRAERO	423.114
Serafin Enoss Bertaso	Chapecó	Prefeitura Chapecó	250.000 ⁴
Diomício Freitas	Forquilha	INFRAERO	27.215

Fonte: www.anac.gov.br

4.2. CRITÉRIOS UTILIZADOS

➤ 1ª FASE: CRITÉRIOS RESTRITIVOS GERAIS

I. Existência de Aeroportos

Ao final do ano de 2012 o Governo Federal divulgou o Programa de Investimento em Aeroportos. Balizando todo o investimento anunciado em 270 aeroportos regionais, pautou-se o objetivo de que “96% da população brasileira estivesse a menos de 100 km de distância de um aeroporto apto ao recebimento de voos regulares” (BRASIL, 2012).

Este escopo determinou a premissa da área de influência dos aeroportos existentes e em operação na área de estudo. Buscaram-se, no site da ANAC, quais aeroportos recebem voos regulares em Santa Catarina e também os situados nos territórios que compreendem a divisa do Estado até uma faixa de 100 km nos Estados vizinhos do Paraná e do Rio Grande do Sul. Considerou-se o período entre os meses de Agosto e Novembro para esta definição, de maneira que aeroportos que já

⁴ Dados Aproximados de 2011. Fonte: Prefeitura Municipal de Chapecó.

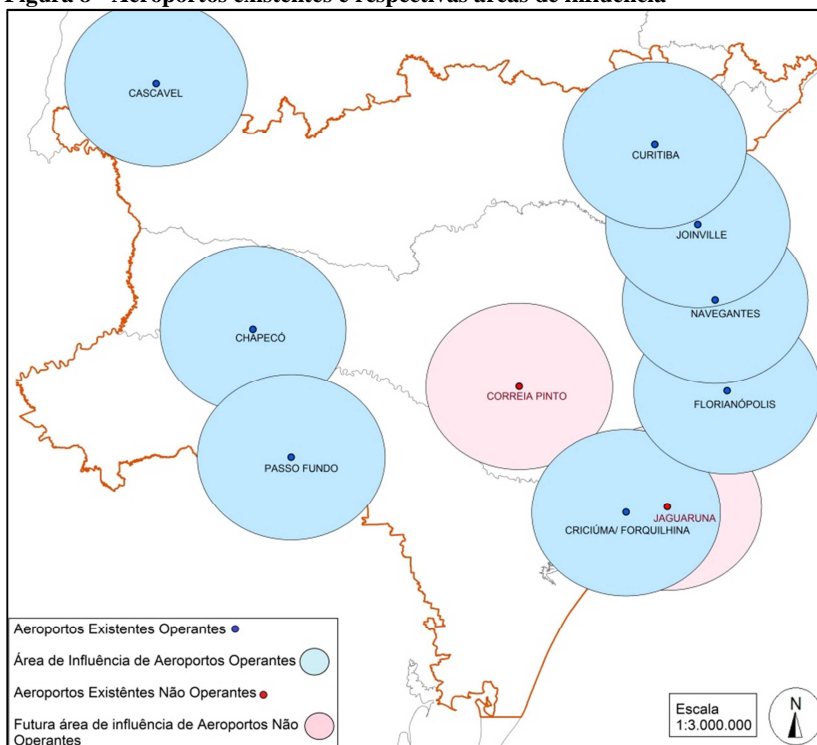
receberam voos regulares em algum momento do passado não foram considerados.

Ressaltam-se os aeroportos de Correia Pinto e de Jaguaruna, implantados em regiões estratégicas do Estado, cujas obras estão concluídas, porém aguardando homologação da ANAC para o início das operações. Há um impasse no trâmite que é o fato de ambas as pistas terem sido construídas com 30 m de largura, em vez de 45 m, próprias para a operação de aeronaves de médio porte, tais como o Airbus A320 e o Boeing 737-800. Definiu-se, portanto, os aeroportos de Correia Pinto e o de Jaguaruna como Aeroportos Existentes Não Operantes.

A partir da localização dos 8 Aeroportos Operantes e dos dois Não Operantes, restringiu-se as áreas formadas pelas circunferências, a partir dos pontos, de 80 km de raio, representando a área de abrangência de cada aeroporto. A escolha por uma área menor se deve ao fato de que a intenção do governo é disponibilizar um aeroporto para os cidadãos que estejam a 100 km de distância – *por terra*. A área de abrangência, portanto, deve ser considerada menor e, portanto, adotou-se o raio de 80km.

A Figura 8 ilustra as faixas de entorno dos aeroportos existentes.

Figura 8 - Aeroportos existentes e respectivas áreas de influência



II. Perigo Aviário

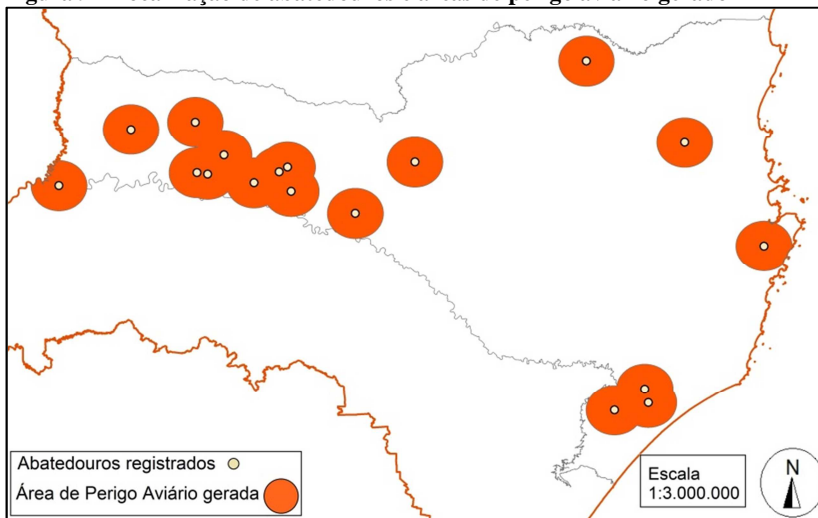
A Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 4, em seu artigo 1º, estabelece a Área de Segurança Aeroportuária (ASA), como sendo a área abrangida a partir do centro geométrico do aeródromo, até um raio de 20 km, para aeroportos que operam de acordo com as regras de voo por instrumento – IFR (que é o caso do aeroporto a ser proposto por este trabalho). Em seu artigo 2º, determina que não seja permitida a implantação de atividades de natureza perigosa dentro da ASA, entendidas como “foco de atração de pássaros”, como matadouros, curtumes, vazadouros de lixo ou quaisquer outras atividades que possam proporcionar riscos semelhantes às operações aéreas.

Com base no que define o CONAMA, buscou-se informações referentes à localização de abatedouros de animais e de aterros sanitários no território catarinense. O primeiro conseguiu-se através do banco de dados do Sistema de Inspeção Federal – SIF do Ministério da Agricultura.

A Lei nº 12.305/2010, conhecida como a Lei dos Resíduos Sólidos determina o fim dos lixões no país e obriga municípios a adotarem aterros sanitários como solução da destinação final dos dejetos. Com isto, não é possível verificar a localização de lixões, que, desde que a lei foi sancionada, passaram a ser clandestinos. Encontrou-se a relação de todos os 37 aterros sanitários regulares no Estado de Santa Catarina no documento Relatório Final do Projeto de Cooperação Técnico-Científico entre o Ministério Público de Santa Catarina e a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

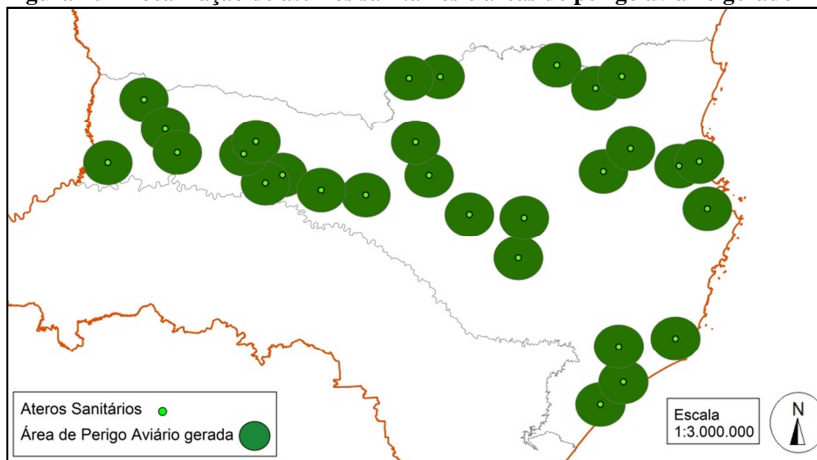
De posse dos endereços dos referidos focos de perigo aviário, plotaram-se os dados no ambiente SIG e eliminaram-se, a partir deles, as áreas de circunferência de 20 km, conforme apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Localização de abatedouros e áreas de perigo aviário gerado



Registra-se que a impossibilidade de prever a localização de lixões clandestinos – ou mesmo abatedouros ilegais – deve ser suprida com investigação destas atividades na ASA do sítio escolhido ao final do procedimento. A Figura 10 identifica os pontos de ocorrência de aterros sanitários e abatedouros e suas respectivas áreas de entorno.

Figura 10 - Localização de aterros sanitários e áreas de perigo aviário gerado



III. Unidades de Conservação Integral

A Lei Nº 9.985/2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, regulamenta as questões de preservação ambiental e atribui conceitos aos diversos elementos naturais a serem conservados.

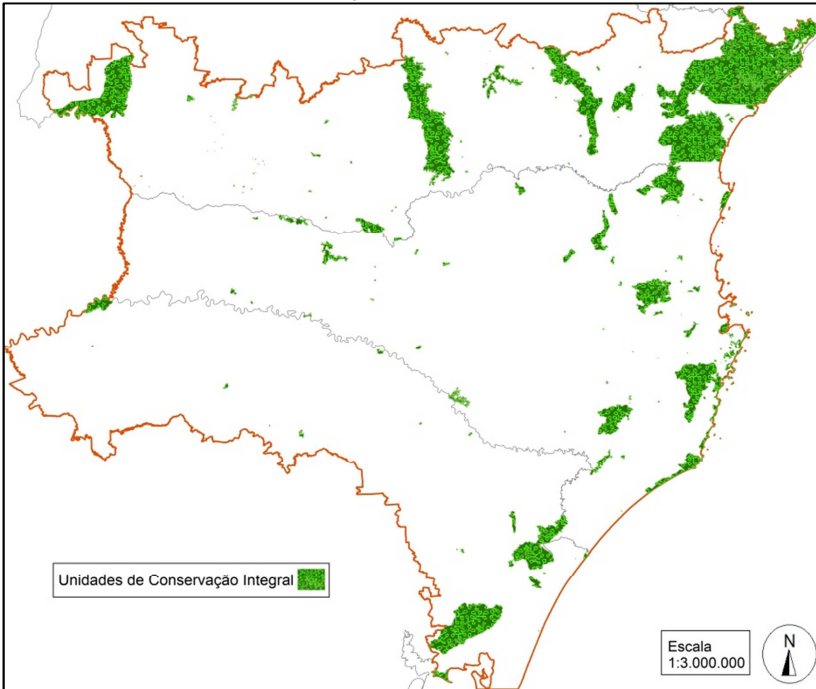
Dentre as Unidades de Conservação (UC) classificadas pela Lei, têm-se Áreas de Proteção Ambiental, Estações Ecológicas, Estradas-Parque, Monumentos Naturais, Parques e Reservas Particulares do Patrimônio Nacional, cujos territórios não devem ter interferências externas, bem como a implantação de um aeródromo e que, portanto, foram consideradas áreas restritas neste trabalho.

Buscou-se na base de dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Não Renováveis (IBAMA) a

localização das diversas Unidades de Conservação (UC) presentes na área de estudo definida.

A Figura 11 mostra a localização das Unidades de Conservação Integral na região de estudo.

Figura 11 - Unidades de Conservação Ambiental



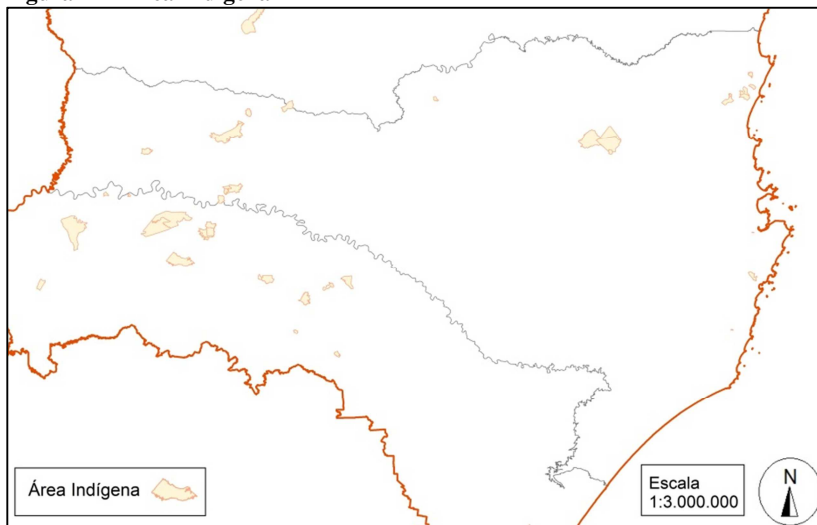
IV. Terra Indígena

Acerca da ocupação do território definido como indígena, a Constituição Federal de 1988 define que:

As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes (BRASIL, 1988).

Com fonte na base de dados da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) referente ao ano de 2011, restringiram-se as terras assinaladas como ocupadas por índios, conforme disposto na Figura 12.

Figura 12 - Área Indígena



V. Rios Principais

Conhecida como Novo Código Florestal, a Lei Nº 12.651/2012 dispõe, em seu Capítulo II a delimitação das Áreas de Preservação Permanente – APP. Determina que todas as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, em zonas rurais ou urbanas, sejam consideradas APP desde a borda do rio até uma distância mínima que varia de acordo com a largura do curso d'água. Como exemplos extremos, tem-se: faixa de 30 metros de preservação permanente para um rio de 10 metros de largura; e faixa de 500 metros de faixa de APP para um rio com largura igual ou superior a 600 m.

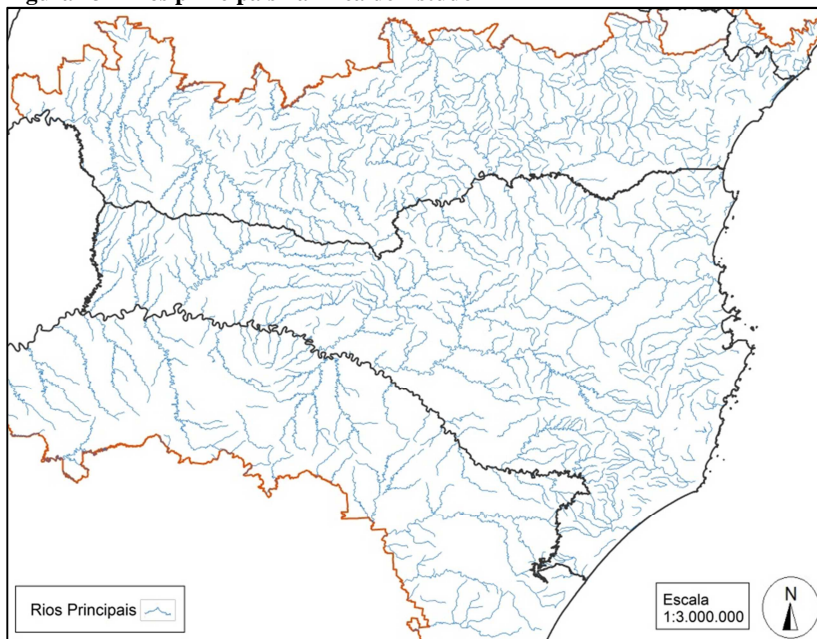
Os dados obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA) são representados por meio de linhas, sem a referência aos valores de largura do rio.

Decidiu-se que este critério deve servir como uma orientação ao futuro projetista para que se atente à existência de cursos d'água nos arredores da eventual área escolhida para ser o sitio aeroportuário, necessitando-se, portanto realizarem-se levantamentos in loco e de dados secundários específicos do local.

Servirá, entretanto, obrigatoriamente como critério de restrição quando a área de interesse sobrepujar o curso do rio ou quando adentrar a faixa de 30 metros, prevista como APP mínima para estes casos.

O presente critério, portanto, apesar de fazer parte do grupo de Critérios Restritivos Gerais, deverá ser introduzido ao modelo somente após a 3ª Fase, quando uma quantidade menor de áreas, candidatas a sitios aeroportuários serão analisadas mais detalhadamente. Antes da 4ª Fase, desta forma, a interferência na APP de um rio poderá eliminar as áreas avaliadas.

A Figura 13 representa os cursos d'água – aqui simplificados todos denominados Rios Principais – distribuídos pela área de estudo.

Figura 13 - Rios principais na Área de Estudo

2ª FASE: CRITÉRIO ECONÔMICO CLASSIFICATÓRIO

VI. PIB Municipal

A metodologia mais relevante na determinação da demanda por transporte aérea foi desenvolvida pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, e publicado no Estudo do Setor de Transporte Aéreo no Brasil da consultoria McKinsey & Company, contratada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES.

Não faz parte do escopo deste trabalho dimensionar demanda por transporte aéreo, todavia, valeu-se da metodologia proposta na publicação mencionada para adotar o presente critério.

Em termos gerais, os dados de entrada das equações de previsão de demanda por transporte aéreo são dois: preço da passagem e o Produto

Interno Bruto – PIB. Este último aparece tanto na análise *top-down*, em que se utiliza o PIB Brasil, quanto na *bottom-up*⁵, valendo-se do PIB local.

A maneira com que este dado se relaciona e influencia na procura por voos não vem ao caso do presente estudo, mas pode-se inferir decisivamente que existe uma relação direta, ou seja, onde há PIB mais alto, há mais demanda por transporte aéreo.

Adotando-se o método de Silva (1985) de se utilizar 4 níveis de pontuação para critérios classificatórios, elaborou-se 4 faixas de PIB dos municípios de Santa Catarina, a partir de dados do IBGE para valores de 2010.

Quadro 6 - Faixas de PIB e respectivas pontuações

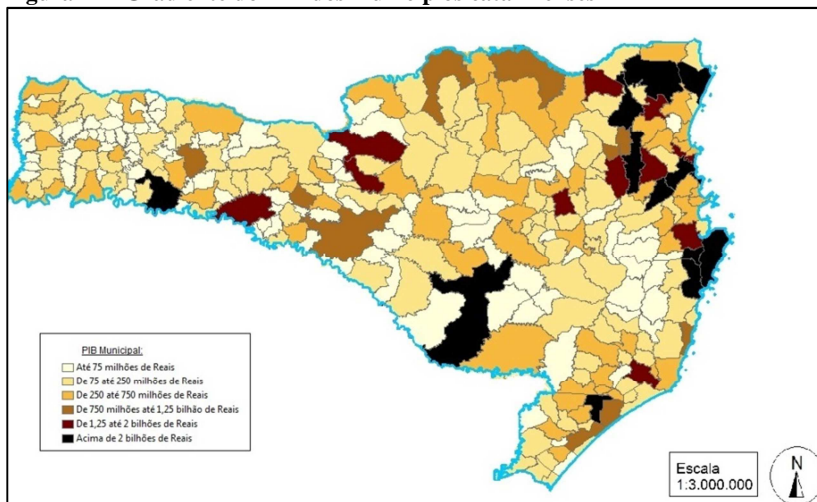
Faixa de PIB	Pontuação
Acima de 2 bilhões de Reais	5
Entre 1,25 e 2 bilhões de Reais	4
Entre 750 milhões e 1,25 bilhão de Reais	3
Entre 250 e 750 milhões de Reais	2
Entre 75 e 250 milhões de Reais	1
Até 75 milhões de Reais	0

Com uma escala de cor de 6 tons – um para cada pontuação – facilmente se identifica onde estão concentrados os maiores valores de PIB, conforme demonstrado na Figura 14.

⁵ *Top-down*: Abordagem pela qual se assume a existência de uma demanda global, de onde será extraído um comportamento médio do consumidor: uma elasticidade-preço média e uma elasticidade-PIB média, ambas obtidas por estimação de modelo econométrico de demanda global.

Bottom-up: Nesta abordagem, as elasticidades são configuradas por meio de parametrização por casos semelhantes. Existem inúmeras possibilidades de elasticidades-preço e PIB, de acordo com a segmentação de passageiros do aeroporto (MCKINSEY&COMPANY, 2010).

Figura 14 - Gradiente do PIB dos municípios catarinenses



3ª FASE: CRITÉRIOS RESTRITIVOS OPERACIONAIS

VII. Zona de Proteção Aeroportuária – Altimetria

Conforme aprofundado na seção Fundamentação Teórica do presente trabalho, o projeto de um aeródromo deve prever zonas de proteção do sítio aeroportuário, cuja superfície mais crítica, no que se referem à extensão de área livre de obstáculos, é a superfícies de aproximação entendida como uma rampa imaginária que se estende no sentido do prolongamento da cabeceira da pista de pouso e decolagem, a partir da faixa de pista (RBAC nº 154, 2012).

Neste trabalho, portanto, o processo é interativo. Buscam-se terrenos adequados para cumprir determinados critérios definidos pelo autor, mas não se sabe, a priori, qual o tamanho destes sítios por não se poder indicar qual o tamanho do aeroporto sem antes saber em que cidade este será instalado e a que população irá atender.

A partir da escolha da aeronave crítica se obtém o comprimento de pista, que por sua vez, determina o tamanho da extensão da zona de

proteção aeroportuária. O memorial de cálculo deste dimensionamento encontra-se no Apêndice deste trabalho.

A escolha da aeronave crítica foi estipulada pelo autor, que teve como critério o atual cenário do transporte aéreo de passageiros no Brasil. Analisou-se a frota nacional atualizada (**Quadro 7**) e concluiu-se que uma pista de pouso e decolagem dimensionada para o modelo 737-800 da fabricante Boeing estará conforme para operações de 91% de toda frota. As únicas aeronaves que não estariam aptas a utilizar este comprimento de pista seriam as utilizadas para cumprirem etapas longas, com grande capacidade de transporte de passageiros – o que definitivamente não é o caso de um aeroporto planejado para operar no interior de Santa Catarina.

Quadro 7 - Frotas das companhias aéreas brasileiras por quantidade e modelo de aeronave. (Dados de Agosto de 2013).

Avianca		Azul		Gol		TAM		Passaredo	
9	Fokker 100	9	ATR 42	36	Boeing 737-700	28	Airbus A319	6	ATR 72-600
14	Airbus A318	14	ATR 72-500	95	Boeing 737-800	92	Airbus A320		
4	Airbus A319	29	ATR 72-600			10	Airbus A321		
7	Airbus A320	5	Embraer 175			16	Airbus A330		
		22	Embraer 190			2	Airbus A340		
		47	Embraer 195			4	Boeing 767-300		
						10	Boeing 777-300ER		
TOTAL: 459									

Fonte: www.aviacaobrasil.com.br

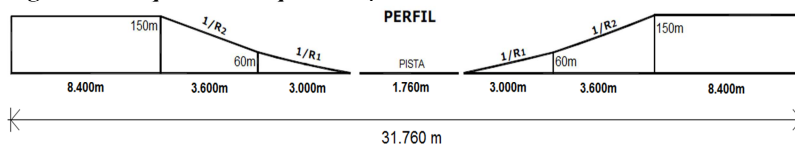
Por outro lado, em um primeiro momento poder-se-ia entender que a pista estaria superdimensionada, dado que, ao se analisarem os aeroportos regionais de Cascavel (PR), Criciúma (SC) e Passo Fundo (RS) perceber-se-á que as únicas aeronaves que operam nestes lugares são de modelos inferiores⁶ (ATR-72 e Embraer 190), comparando-se com o proposto por este trabalho.

Portanto, admite-se a preferência por escolher um local cuja ausência de obstáculos permita a construção de uma pista com superfície de proteção pertinente a operação de um Boeing 737-800 – ainda que sua construção, em um primeiro momento, seja para aeronaves menores, preservando a área para uma futura ampliação.

⁶ Fonte: Azul Linhas Aéreas <www.voeazul.com.br>

O dimensionamento resultou em uma área livre de impedimentos verticais conforme demonstrado na Figura 15

Figura 15 - Superfície de aproximação estimada



Contudo, a busca por um fator que, posteriormente à escolha do terreno deverá ser dimensionada de maneira mais refinada, considerando-se a demanda local e as necessidades das companhias aéreas, se fosse feita de maneira precisa nesta etapa perderia o sentido e exigiria um esforço desnecessário a este trabalho.

O que se fez foi lançar-se mão de uma análise visual de mapas de curvas de nível dos territórios dos municípios selecionados para esta verificação, procurando-se superfícies em que, durante um comprimento de aproximadamente 30 km não apresentem cotas maiores do que 150m. É notadamente uma simplificação majorada e, portanto, que amplia a segurança na aproximação de aeronaves. Uma vez eleita a área de construção, o projetista deve refinar o estudo e planejar as superfícies, conforme determinam as normas.

A Figura 16 mostra, como exemplo, o território do município de Canoinhas com o respectivo mapa temático das altitudes, variando conforme o gradiente de coloração, onde a cor mais avermelhada simboliza as maiores altitudes, enquanto que os tons mais claros do verde significam pontos de menor altura em relação ao nível do mar.

Figura 16 - Mapa altimétrico do município de Canoinhas

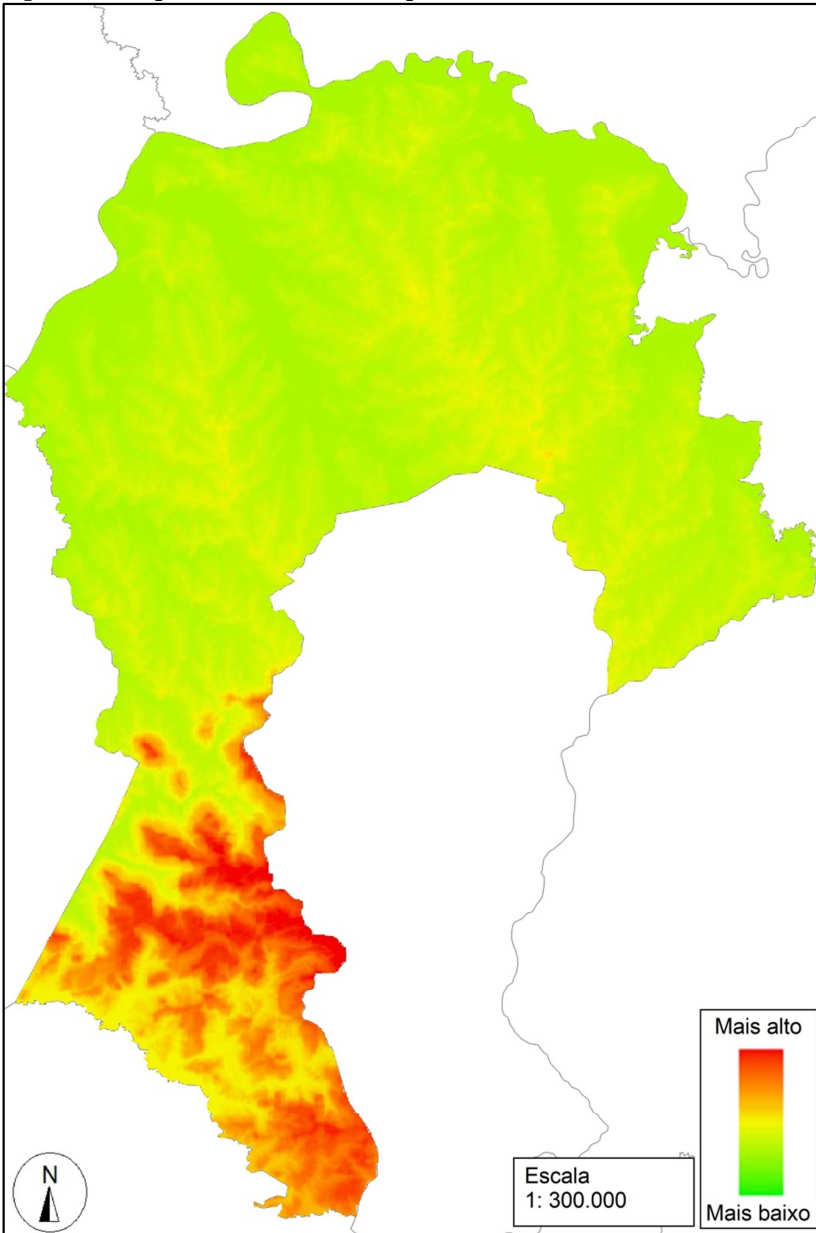
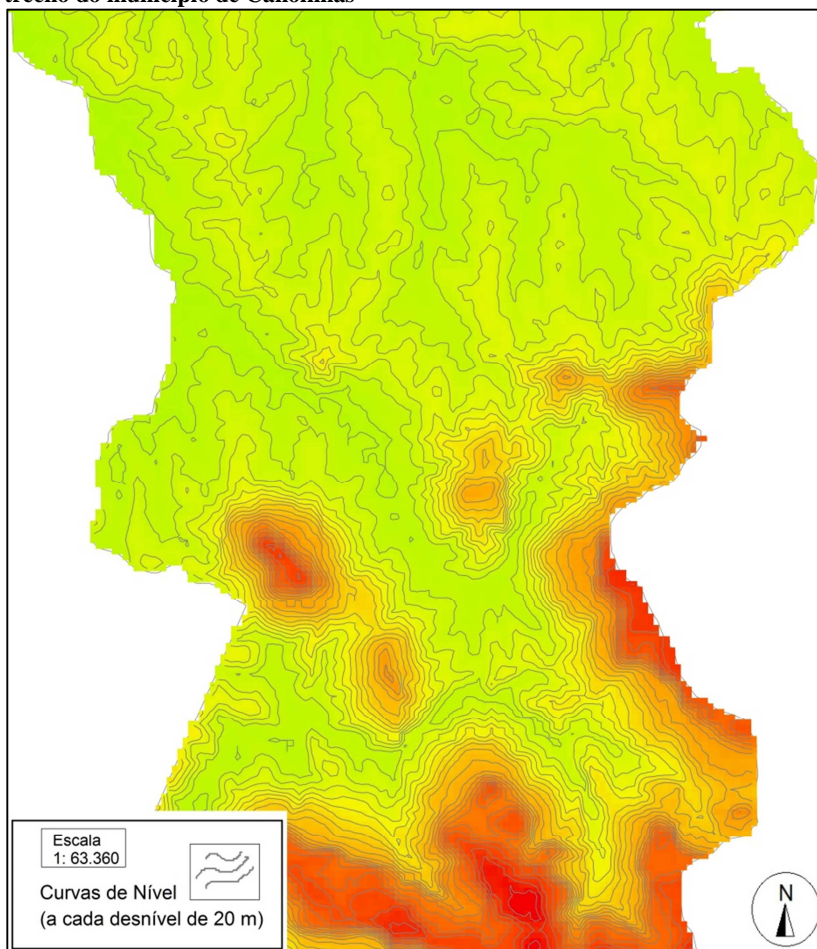


Figura 17 - Mapa altimétrico acrescido da layer das curvas de nível, em um trecho do município de Canoinhas



4ª FASE: INDICADORES QUALITATIVOS DE UTILIZAÇÃO

VIII. Acessos terrestres

Outro critério imprescindível na avaliação do sítio aeroportuário é a disponibilidade de acesso terrestre ao futuro terminal. É preferível optar,

dentre duas ou mais áreas habilitadas pelos critérios restritivos para a implantação do aeroporto, por aquele em que as condições de acesso sejam as mais favoráveis, pois eliminaria a necessidade de se construir ou adaptar uma rodovia até o local do futuro aeroporto. Para isto, Silva (1985) adotou pontuações para ranquear esta característica. Visando maior abrangência de pontuações, acrescentou-se o terceiro critério.

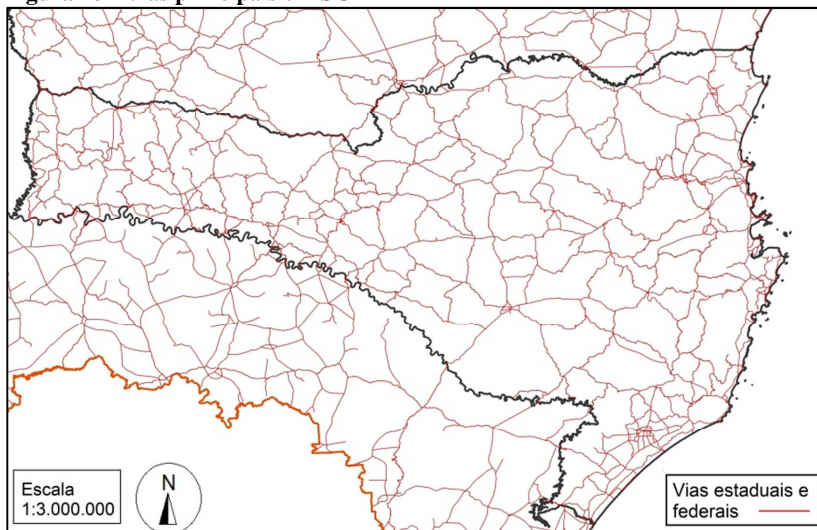
Quadro 8 - Vias de acesso e respectivas pontuações

Condições das vias de acesso	Pontuação
Pavimentada e adjacente ao sítio (até 5 km)	4
Pavimentada até 10 km do sítio	3
Pavimentada entre 10 km e 20 km do sítio	2
Em implantação/não pavimentada (até 5 km)	1
Planejada	0

Fonte: Silva (1985), adaptado pelo Autor.

A presente etapa não deve se preocupar em classificar, com base em pontuação, a localização da área analisada em relação ao acesso viário. Esta informação aparecerá de forma a subsidiar a tomada de decisão e, portanto, a pontuação pode ser considerada, se for o caso.

A Figura 18 mostra a malha rodoviária do Estado de Santa Catarina, segundo o banco de dados do Departamento Nacional de Infraestruturas e Transportes – DNIT.

Figura 18 - Vias principais em SC

IX. Distância ao Centro Urbano

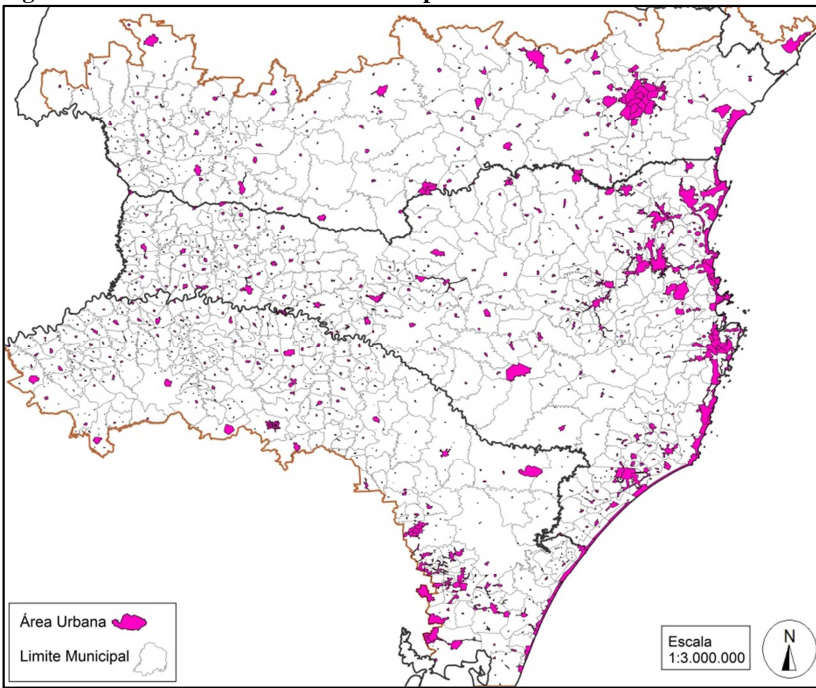
Da mesma maneira, a distância para o centro urbano balizará uma decisão futura de construção ou não do aeroporto na área obtida – o dado não é capaz, por si só de responder a esta questão. No entanto, Silva (1985) propôs a seguinte classificação por pontos com relação à distância à área urbana, onde a maior pontuação representa a distância mais desejável para a instalação de um novo aeroporto.

Quadro 9 - Classificação das distâncias do sítio aeroportuário ao centro urbano

Distância	Pontuação
Entre 15 e 20 km	4
Entre 10 e 15 km	3
Entre 20 e 25 km	2
Menos de 10 km	1

Fonte: Silva (1985).

Do banco de dados do IBGE se obteve o mapa da mancha urbana da área de interesse, apresentado na a Figura 19.

Figura 19 - Área Urbana e limites municipais

4.3. RESULTADOS

Para alcançar os resultados definidos como objetivos deste trabalho aplicou-se a sequência de procedimentos descritos na Metodologia utilizando-se os critérios definidos na seção anterior, baseados na Fundamentação Teórica preliminar.

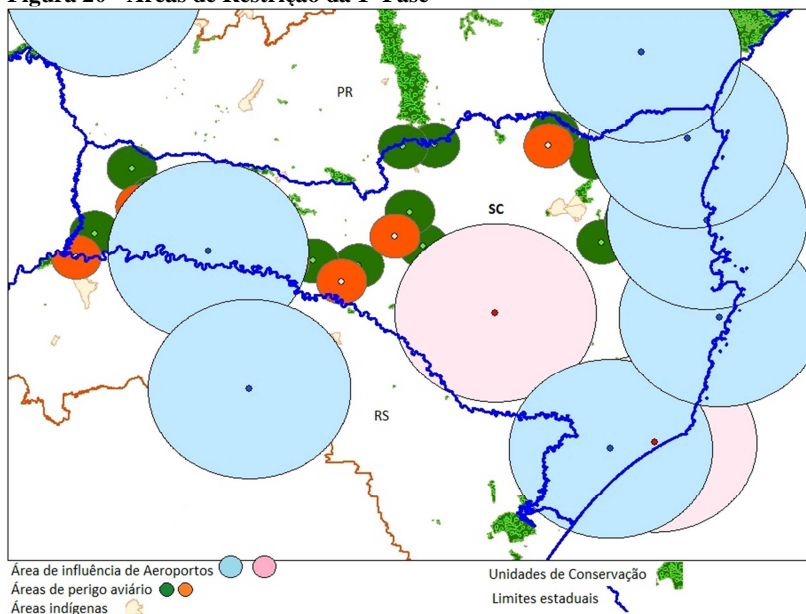
A aplicação do método significa analisar, a cada etapa, as imagens geradas pelo software a partir de banco de dados elaborado. A seguir a descrição dos resultados obtidos em cada fase.

1ª FASE: CRITÉRIOS RESTRITIVOS GERAIS

Este procedimento tratou de superpor imagens das áreas restritas à implantação de um aeroporto: área de influência de aeroporto existente, perigo aviário e restrições ambientais.

A simples sobreposição dos critérios propostos nesta fase resultou na imagem da Figura 20.

Figura 20 - Áreas de Restrição da 1ª Fase

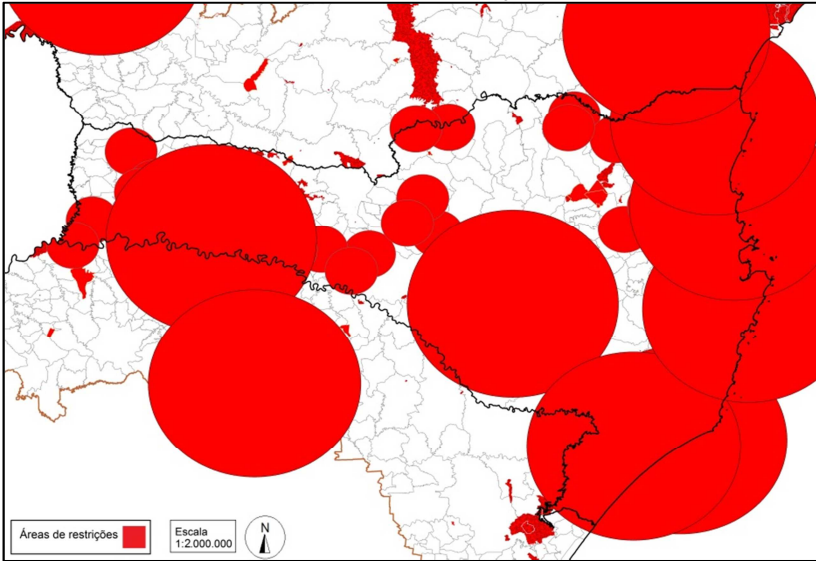


Fonte: Autor

A imagem já traz a primeira visualização de como o Estado de Santa Catarina está servido por aeroportos. A área não atendida é vasta, porém ocorrem as restrições por conta de perigo aviário que impossibilitam a implantação do aeródromo em uma região considerável, como mostra a Figura 20.

A fim de se separar as áreas restritas, portanto, elucidar as áreas permitidas, utilizou-se a cor vermelha para agrupar todos os tipos de impedimentos (Figura 21).

Figura 21 - Resultado da 1ª Fase em única coloração.



2ª FASE: CRITÉRIO ECONÔMICO CLASSIFICATÓRIO

O mapa das áreas municipais coloridas com cores segundo a faixa do respectivo PIB já foi apresentado anteriormente. Aqui, na análise dos resultados, alterou-se a escala das cores a fim de se trabalhar apenas com as três faixas mais altas de PIB, por se tratarem dos municípios mais relevantes. As Figura 22 e Figura 23 mostram, respectivamente, o mapa da área de estudo com a escala de cores adotada inicialmente e com a escala de vermelho indicando as áreas que não interessam economicamente – além das já restritas pelos critérios da primeira fase.

Figura 22 - Resultado da 2ª Fase: PIB dos municípios não restringidos pela 1ª Fase

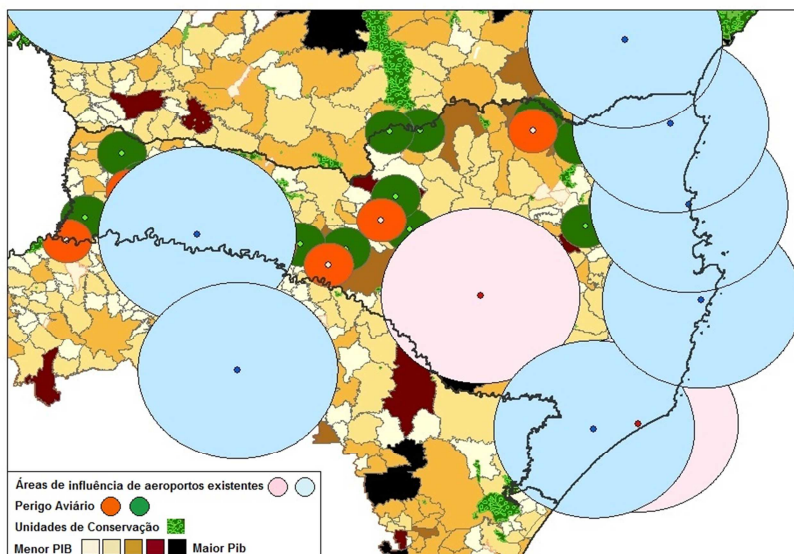
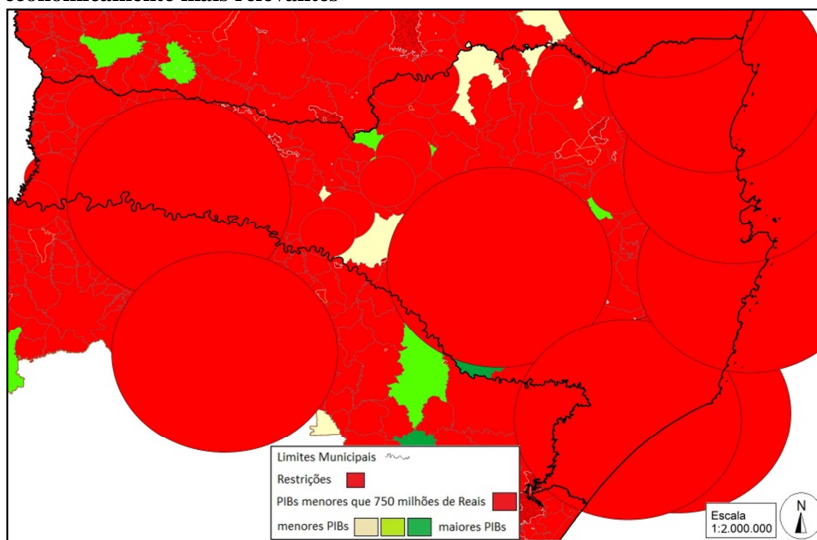


Figura 23 - Resultado da 2ª Fase a identificação dos municípios economicamente mais relevantes



É possível identificar no mapa quais municípios apresentam áreas em condições para sediar um aeroporto e que apresentam PIBs entre as maiores faixas de classificação. No Quadro 10 estão elencados estes municípios e seus respectivos PIBs.

Quadro 10 - Municípios selecionados e PIB

Município	PIB (2010)
Caçador	R\$ 1.531.573,00
Rio do Sul	R\$ 1 336.970,00
Mafra	R\$ 947.480,00
Canoinhas	R\$ 946.249,00
Joaçaba	R\$ 938.871,00
Campos Novos	R\$ 863.425,00

Fonte: IBGE

3ª FASE: CRITÉRIOS RESTRITIVOS OPERACIONAIS

Nos municípios identificados na fase anterior como potenciais para sediar um novo aeroporto, analisou-se, na 3ª Fase, as condições de relevo que determinam a operacionalidade de um aeródromo, de maneira mais particular para cada área selecionada.

Ficou definida anteriormente, a necessidade de uma extensão territorial de aproximadamente 30 km sem que não haja obstáculos naturais que ultrapassem as seguintes cotas relativas, em relação à altitude da cabeceira da pista:

Quadro 11 - Simplificação das cotas máximas estipuladas pelo dimensionamento da Superfície de Aproximação

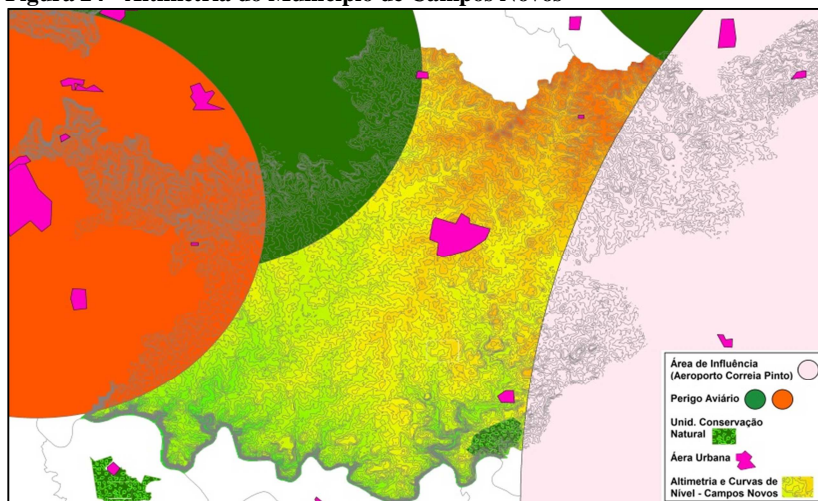
Distância à cabeceira da pista	Cota máxima
3.000 m	60 m
De 3.000m a 15.000m	150 m

A seguir, serão apresentados os resultados desta avaliação por cada município.

✓ *Campos Novos*

A área remanescente para o estudo da implantação do aeroporto é vasta, podendo-se observar, através da Figura 24, que as áreas ao norte do perímetro urbano são terrenos acidentados e de maior altitude, enquanto que os terrenos ao sul, em direção ao Rio Pelotas e à divisa com o Rio Grande do Sul, possuem altura cada vez menor e desnível mais suave.

Figura 24 - Altimetria do Município de Campos Novos

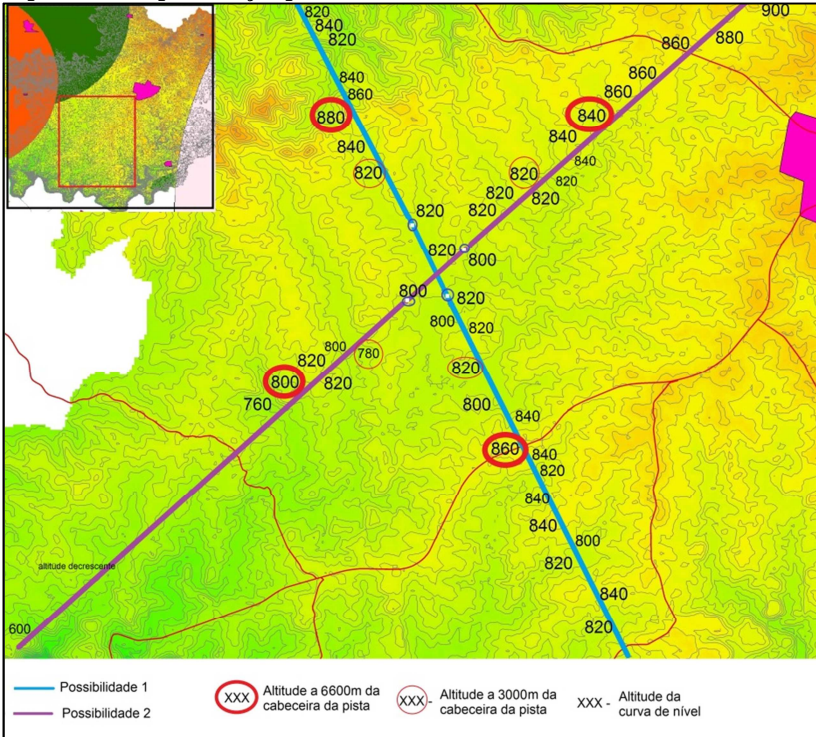


A partir desta primeira análise geral, constaram-se áreas à sudoeste da área urbanizada de Campos Novos em que se percebe menor variação altimétrica.

Traçaram-se, então, duas possibilidades de direção da pista e sua respectiva projeção da superfície de aproximação, plotando-se as altitudes de interesse obtidas do mapa altimétrico. Conforme mostra a Figura 25, estão circuladas as alturas cuja cota relativa à cabeceira da pista não poderia ultrapassar os valores determinados pelo cálculo da superfície de aproximação, dispostos no Quadro 11.

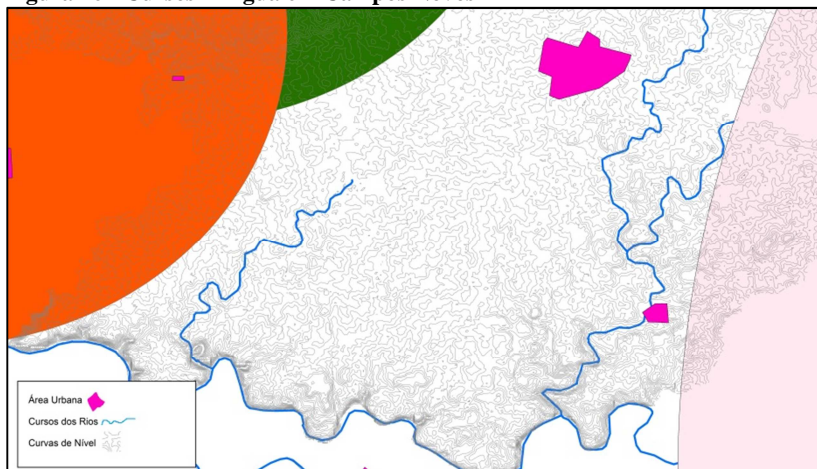
Considerando-se uma altitude de 820 m na cabeceira da pista da Possibilidade 1 e de 800 m na da Possibilidade 2, esperava-se um máximo de, respectivamente 880 e 860 metros, em relação ao nível do mar. Estes valores foram obedecidos, assim como os de 950 e 970 metros esperados para a distância subsequente, até o final da projeção.

Figura 25 - Altitude das curvas de nível plotadas e as dimensões limite da Superfície de Aproximação plotadas



Verificou-se, também, a existência de APP devido a cursos d'água na área analisada e constatou-se que o início da linha de representação de um rio, mostrada na Figura 26, dista mais de 3 km das pistas propostas, criando condições conformes de implantação.

Figura 26 - Cursos D'Água em Campos Novos



As Possibilidades 1 e 2 de Campos Novos, portanto, seguem para a última Fase do processo.

✓ *Canoinhas*

Este município demonstra um terreno com uma variação altimétrica bastante significativa ao sul, o que não é do interesse deste processo de verificação. Mostra, também, a maior parte de seu território livre de restrições. As Figura 27 e Figura 28 representaram, respectivamente, a topografia e a situação da área urbana de Canoinhas.

Figura 27 - Município de Canoinhas com restrições e representação das curvas de nível de nível.

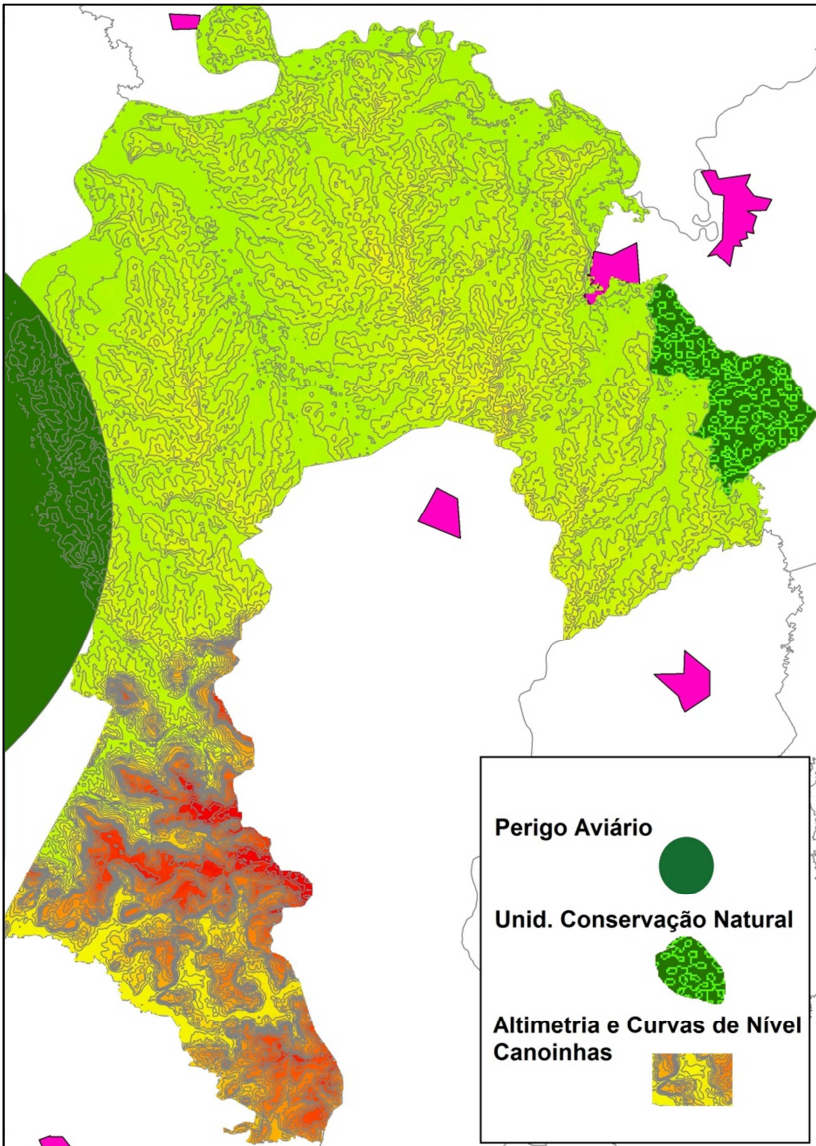
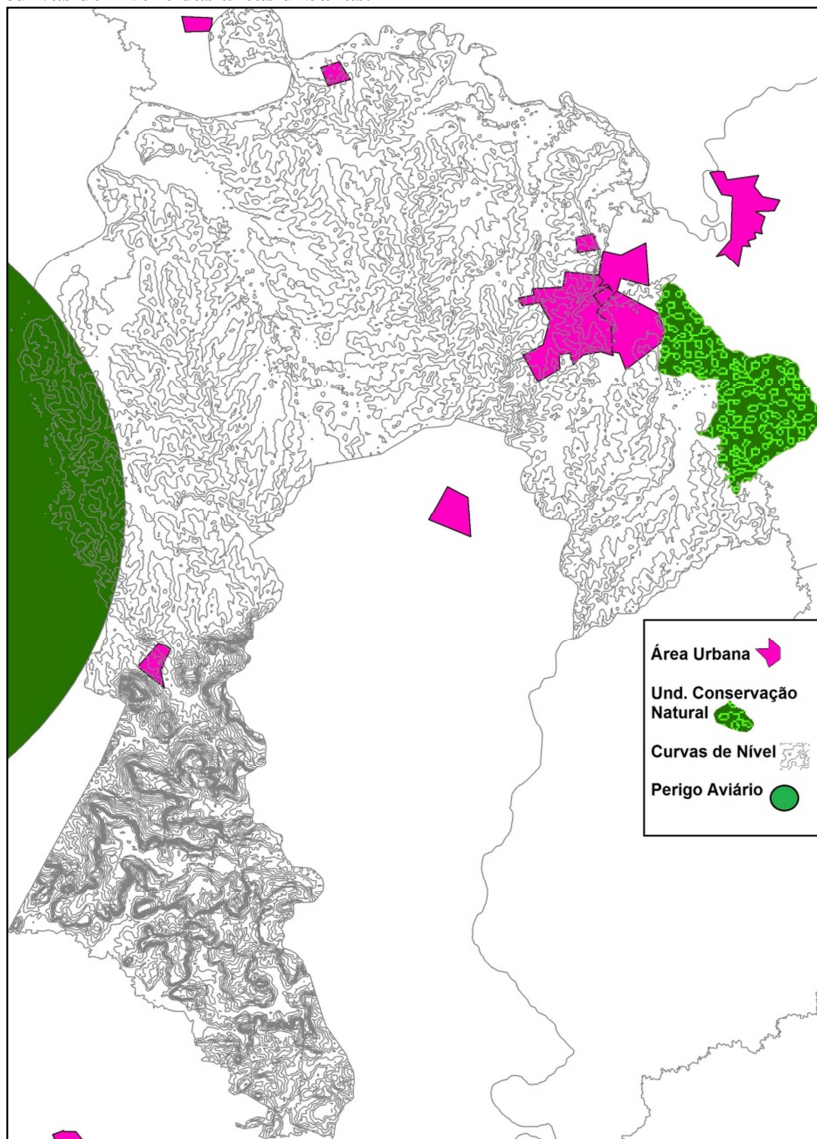


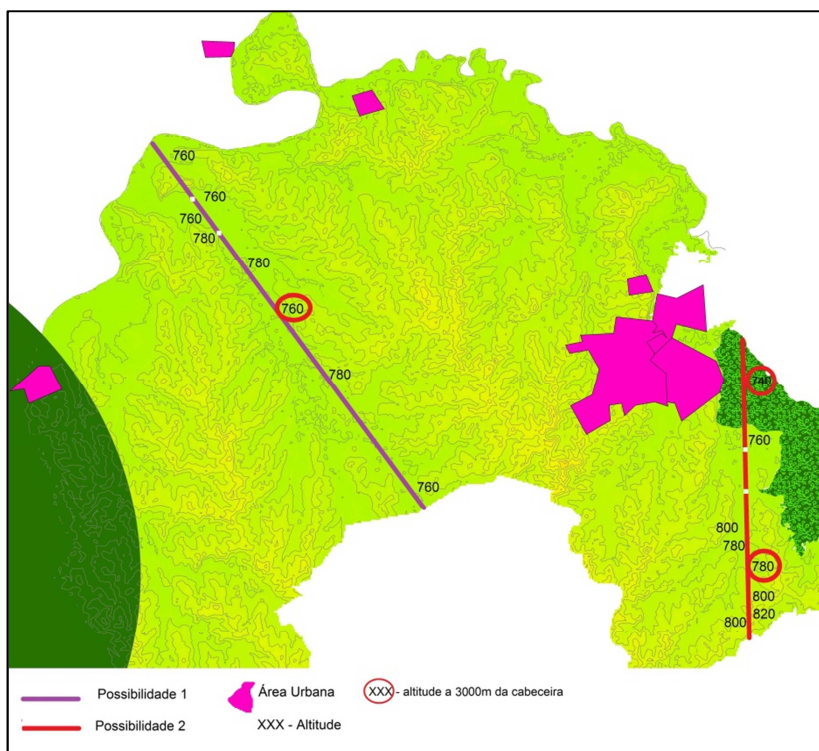
Figura 28 - Município de Canoinhas com representação das restrições, das curvas de nível e das áreas urbanas.



Fonte: Autor.

Escolheram-se duas áreas para verificação, representadas na Figura 29 e fez-se o procedimento do traçado da projeção da zona de proteção com suas respectivas altitudes, plotadas no mapa.

Figura 29 - Altitudes plotadas no mapa das curvas de nível para as 2 Possibilidades sugeridas.



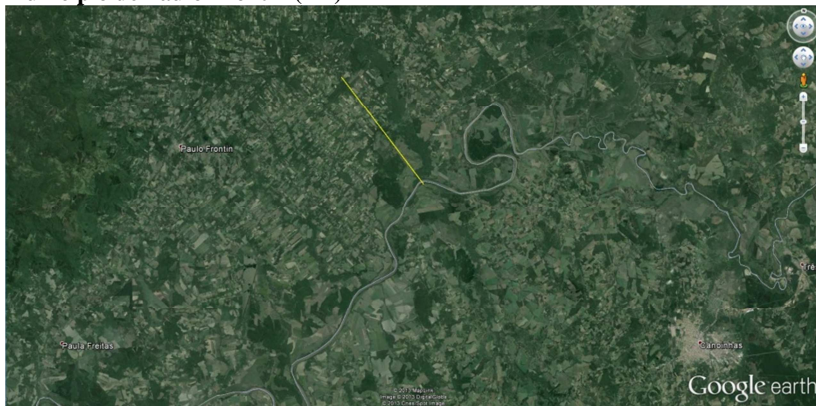
Fonte: Autor

Os pontos brancos das linhas da Possibilidade 1 e da Possibilidade 2 representam as cabeceiras das pistas que, no caso da Possibilidade 2, encontra-se fora da área de restrição ambiental da Floresta Nacional Três Barras.

Ambos os traçados se alongam para fora dos limites do município, o que implicou na necessidade de se recorrer às altitudes

dispostas nas fotografias da ferramenta GoogleEarth para se concluir a verificação. Para a Possibilidade 1 projetou-se, a partir da coordenada UTM definida como a cabeceira mais ao norte da pista, cerca de 10 km adentrando o município de Paulo Frontin (PR). Verificou-se uma pequena variação de cota, com uma altitude máxima de 783 metros acima do nível do mar – logo, dentro do limite estabelecido.

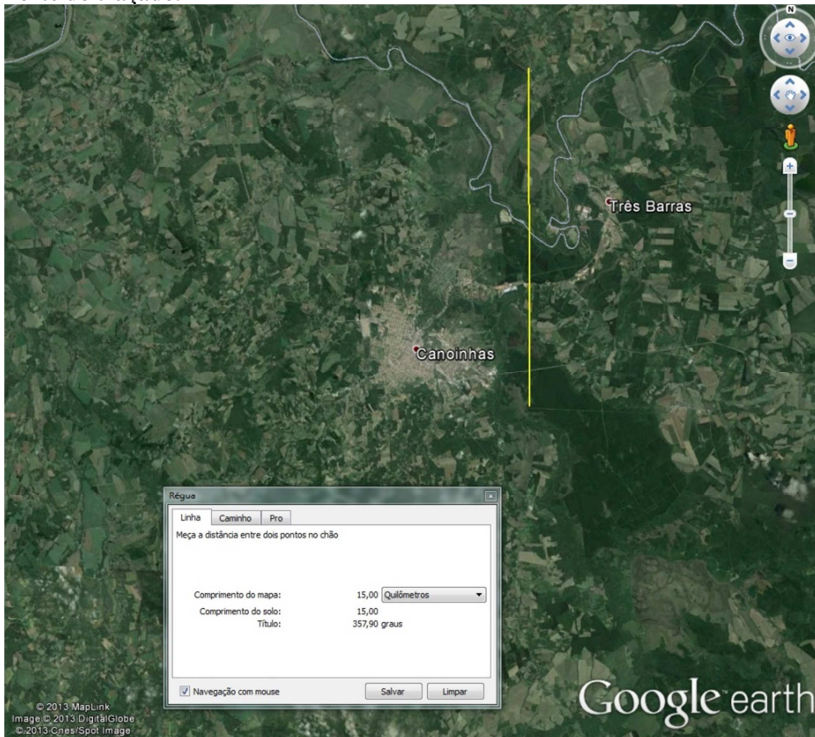
Figura 30 - Prosseguimento do traçado da Possibilidade 1 de Canoinhas pelo município de Paulo Frontin (PR)



Fonte: GoogleEarth

Com relação a Possibilidade 2, ao norte do traçado verificaram-se as altitudes no município de São Mateus do Sul (PR), enquanto a projeção a partir da cabeceira sul adentra o município de Major Vieira (SC).

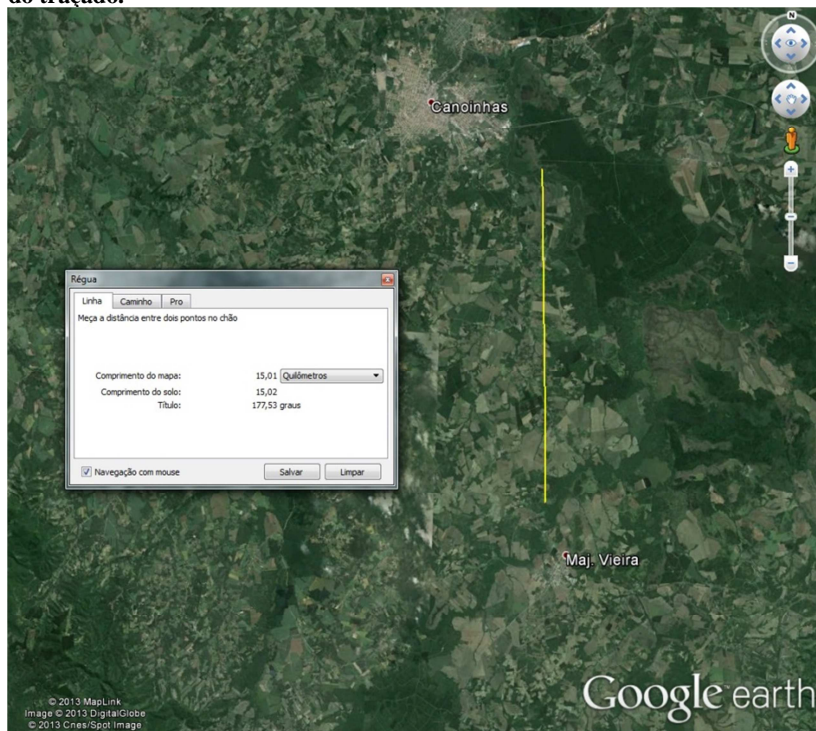
Figura 31 - Projeção do traçado pelo município de São Mateus do Sul (PR), ao norte do traçado.



Fonte: GoogleEarth

Encontram-se, para o norte, alturas variando de 760 a 780 metros, sendo esta a máxima encontrada. Para o sul, a altura máxima chegou a 810 metros ao final da projeção o que é aceitável uma vez que se esperaram, como teto da cota relativa de 150m, 910 metros de altitude.

Figura 32 - Projeção do Traçado pelo município de Major Vieira (SC), ao sul do traçado.



Fonte: GoogleEarth

A seguinte verificação se refere à existência de cursos d'água nas proximidades das áreas estudadas na presente fase.

A inclusão da *layer* Rios Principais no ArcGIS mostrou que há um importante afluente do Rio Iguaçu (que delimita os territórios dos Estados de Santa Catarina e do Paraná) passando exatamente onde se previu o traçado da Possibilidade 1 de novo aeroporto em Canoinhas. Esta alternativa está, portanto, automaticamente eliminada.

Existe também um rio margeando A Floresta Nacional Três Barras, conforme mostra a Figura 33 e, desta maneira, próximo à área prevista para a pista da Possibilidade 2. Há, todavia, uma vasta área plana em direção ao sul da Floresta, de modo que se pode respeitar o espaçamento mínimo exigido pela APP e, portanto, implantar-se o aeroporto.

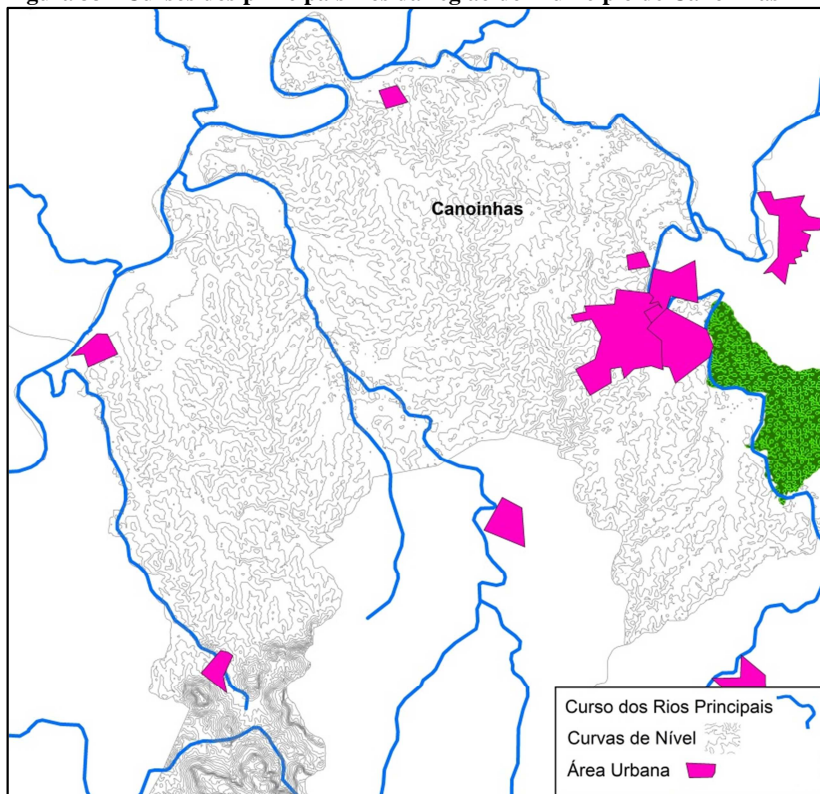
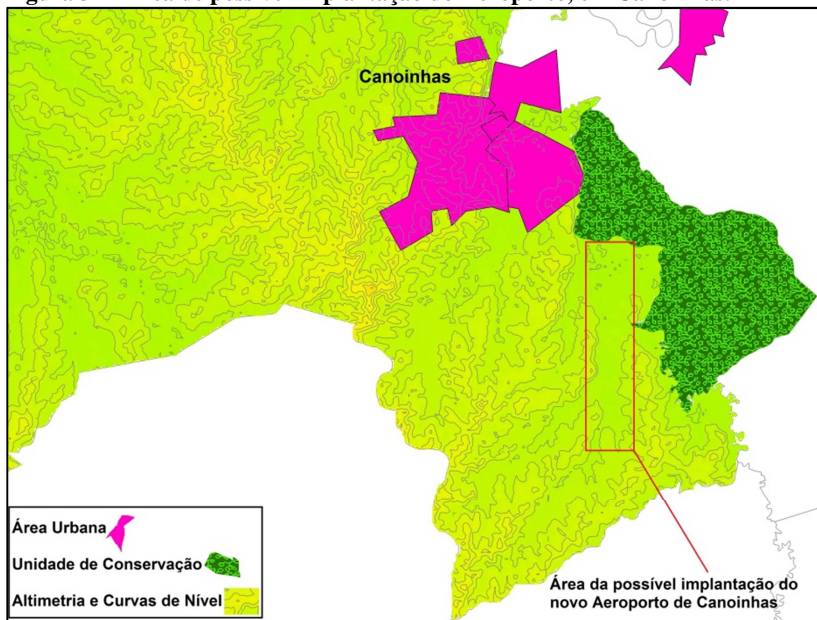
Figura 33 - Cursos dos principais rios da região do Município de Canoinhas

Figura 34 - Área de possível implantação do Aeroporto, em Canoinhas.



A Figura 34 representa a área possível de se implantar o aeroporto de Canoinhas.

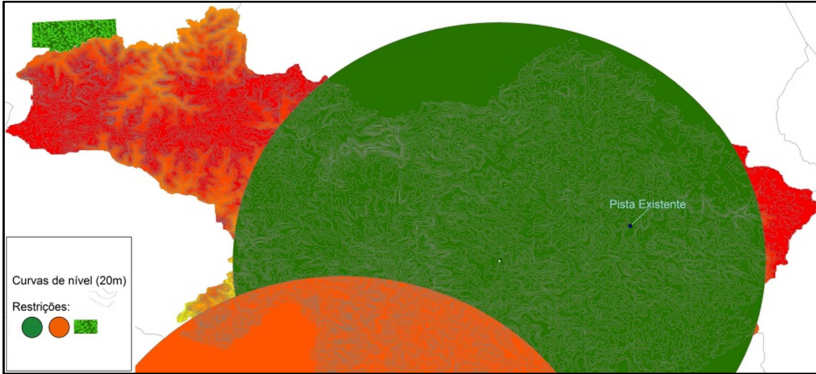
✓ *Caçador*

Inicialmente, trabalhou-se com a informação de que Caçador possui uma pista cujas dimensões permitem receber aeronaves de médio porte, para 100 passageiros, aproximadamente. Esta afirmação se deve pelas dimensões da mesma: 1.625 metros de comprimento por 30 metros de largura, dados que classificam a pista em categoria 3, para operações de aeronaves das fabricantes, por exemplo Embraer e ATR, comuns em operações no Brasil.

Conforme se verificou com o estudo da altimetria da região, a pista existente está situada em uma região de altitude de, em torno de 1.010m acima do nível do mar e dispõe de adequada superfície de aproximação.

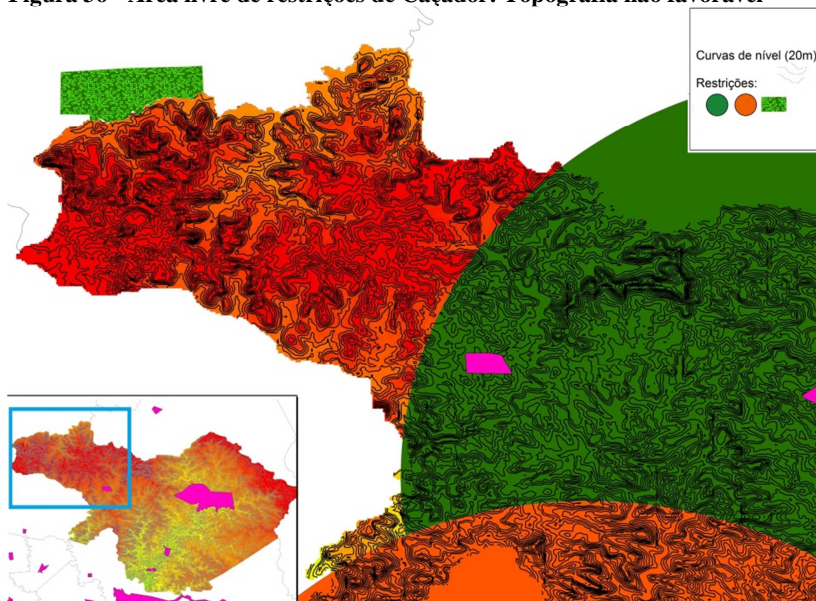
A Figura 35, entretanto, demonstra que a referida pista está situada em área de perigo aviário, o que inviabiliza as operações do aeroporto segundo os critérios adotados por este trabalho.

Figura 35 - Caçador: Altimetria e restrições



O restante dos territórios livres de restrições no município são regiões extremamente acidentadas, com consideráveis variações de altitude. Uma simples visualização das curvas de nível (que estão plotadas a cada variação altimétrica de 20 m), junto com a representação cromática da variação altimetria faz-se concluir que a área, representada na Figura 36, trata-se de uma região de morros e montanhas, não sendo sequer apropriada para a implantação da pista.

Figura 36 - Área livre de restrições de Caçador: Topografia não favorável

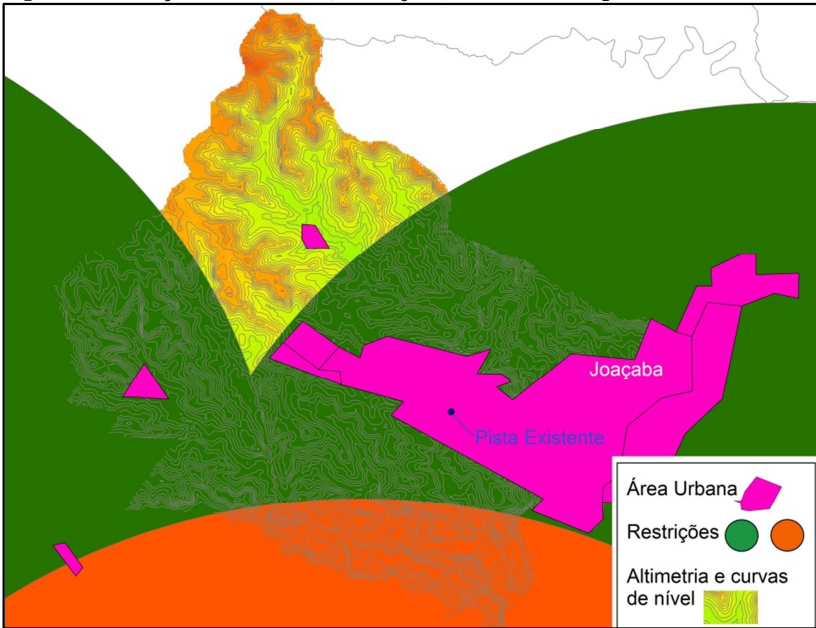


O município de Caçador, com isto, é eliminado do processo como opção para o novo aeroporto.

✓ *Joaçaba*

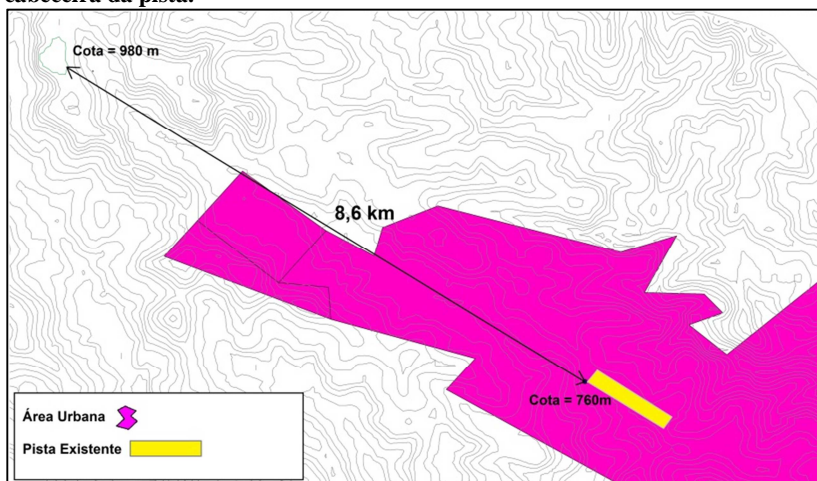
Ao que se verificou através de imagens do GoogleEarth, Joaçaba também é um município que dispõe de uma pista, localizada dentro da área urbana. A exemplo de Caçador, sua pista existente se encontra dentro de uma região de perigo aviário, o que descarta as possibilidades de implantação de aeroporto, conforme os critérios aqui adotados.

Figura 37 - Joaçaba: Altimetria, restrições, área urbana e pista existente



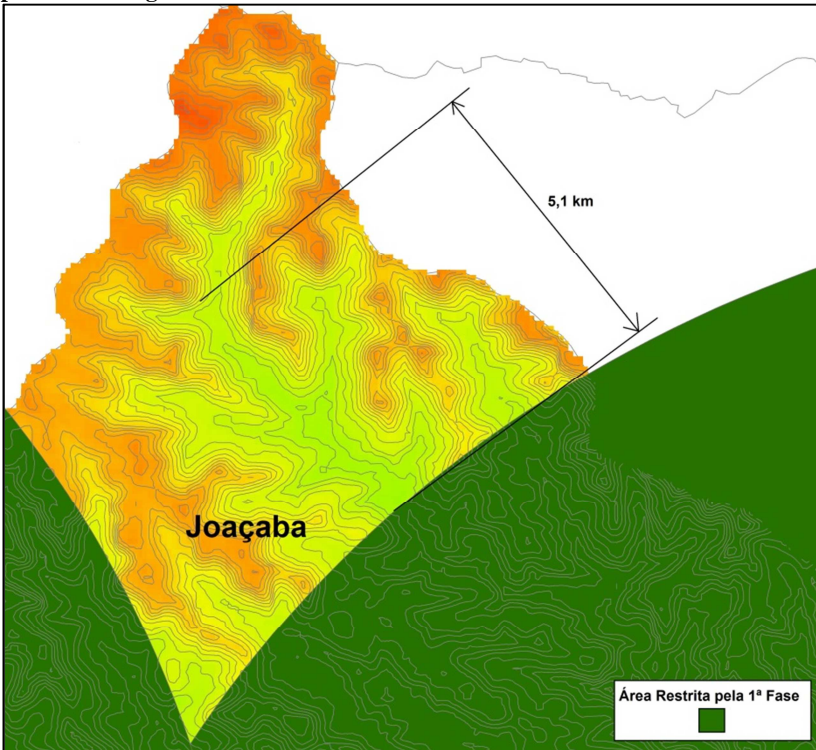
Apesar disto, verificaram-se as condições de proteção da pista, para uma eventual alternativa de proposição de ações intervencionistas no polo gerador de perigo aviário. Percebeu-se, no entanto, que a pista está limitada a uma pequena extensão territorial de um obstáculo a uma cota maior que 150m. A pista possivelmente está adequada, portanto, para aviões de pequeno porte, o que não é objeto deste estudo.

Figura 38 - Pista existente de Joaçaba: Obstáculo não permitido à 8,6 km da cabeceira da pista.



Verificou-se, ainda, a possibilidade de uma área, fora da área de restrição, dispor de superfície de aproximação adequada. A mesma barreira topográfica que cria obstáculo de aproximação à pista existente na direção noroeste, contudo, eliminaria esta alternativa.

Figura 39 - Alternativa para Joaçaba fora da área de Perigo Aviário: muito próxima da região montanhosa à noroeste.



Segundo os critérios até aqui adotados, desta maneira, Joaçaba não está apta a implantar um novo aeroporto em seu território.

✓ Mafra

Município vizinho de Canoinhas, situado no Planalto Norte catarinense, Mafra também apresentou área disponível para o estudo do próximo passo deste processo. Conforme mostram as duas próximas Figuras, verifica-se a existência de uma área com topografia favorável a oeste da área urbana, livre das restrições.

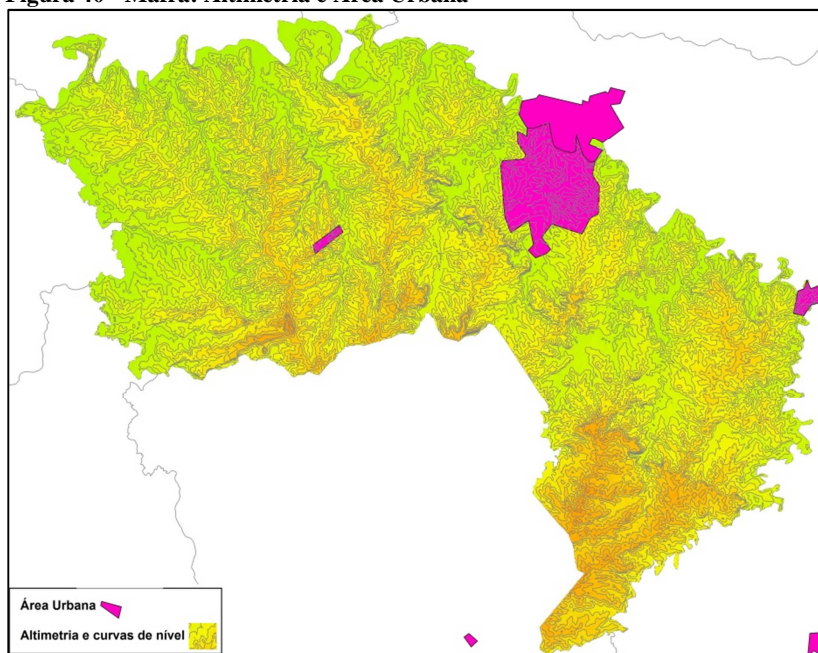
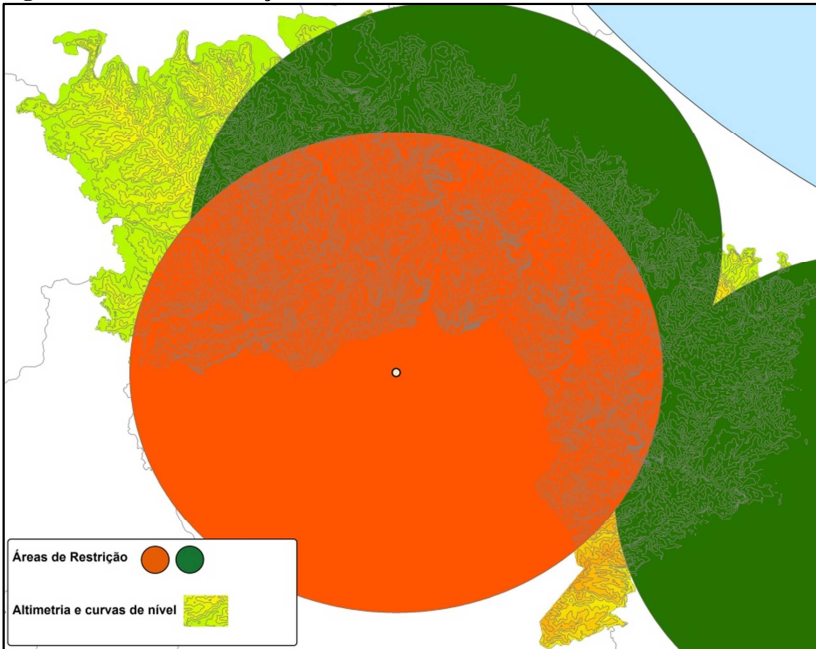
Figura 40 - Mafra: Altimetria e Área Urbana

Figura 41 - Mafra: Restrições e Altimetria



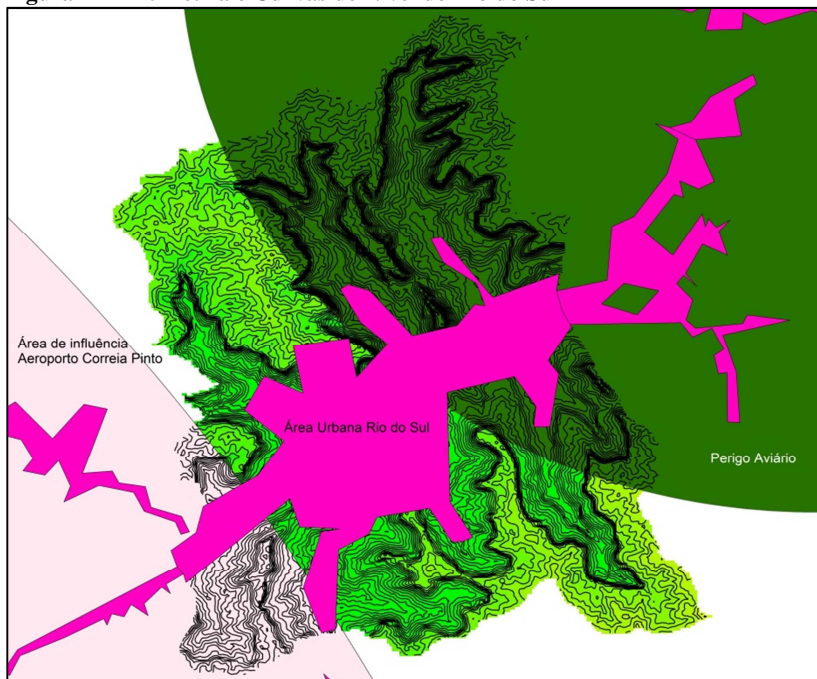
Constatou-se que há uma região extensa e de áreas planas no limite oeste do município, colocando Mafra nos estudos da próxima fase.

✓ Rio do Sul

Rio do Sul apresentou uma faixa territorial central livre de restrições. Em uma análise preliminar de sua topografia, entretanto, pode-se descartar o município da região do Alto Vale do Itajaí como um candidato a sede de novo aeroporto.

Conforme mostra a Figura 42, Rio do Sul está situada em uma região bastante acidentada, razão pela qual as curvas de nível representadas, que são plotadas a cada variação altimétrica de 20 m, estão tão próximas. Significa que a uma pequena distância horizontal, a altitude varia consideravelmente, ainda que a cor verde simbolize baixa altura em relação ao nível do mar.

Figura 42 - Altimetria e Curvas de Nível de Rio do Sul



Não seria possível, portanto, construir-se uma pista categoria 4, para a aeronave tipo sugerida por este trabalho. Logo, Rio do Sul não está classificada para a próxima Fase do processo.

4ª FASE: INDICADORES QUALITATIVOS DE UTILIZAÇÃO

Quadro 12 - Resumo dos resultados da 3ª Fase

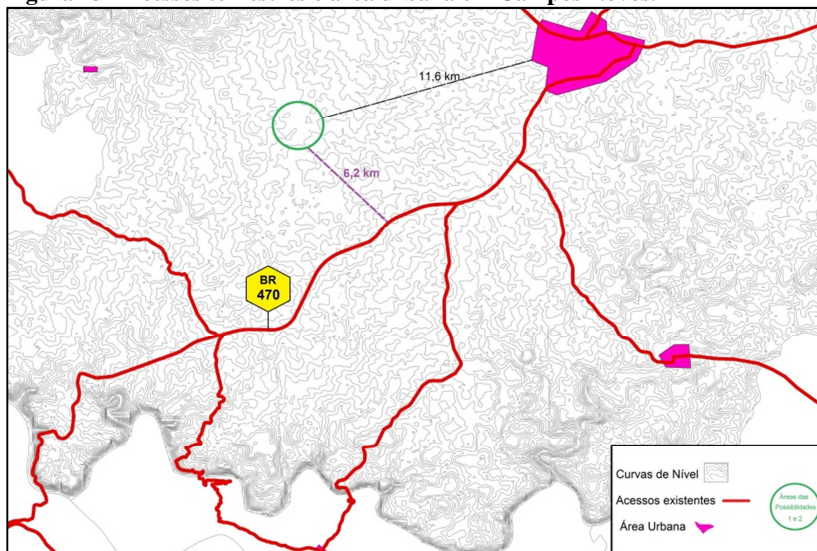
Município	Resultado da 3ª Fase
Caçador	<i>Eliminado</i>
Campos Novos	<i>Classificado com 2 possibilidades</i>
Canoinhas	<i>Classificado com 1 possibilidade</i>
Joaçaba	<i>Eliminado</i>
Mafra	<i>Eliminado</i>
Rio do Sul	<i>Eliminado</i>

Às regiões finalistas do processo, acrescentam-se as camadas de Acessos terrestres e de Área Urbana, para classificação das possibilidades restantes.

✓ Campos Novos – Possibilidades 1 e 2

O círculo verde da Figura 43 representa a área estipulada para a implantação das pistas de ambas as possibilidades verificadas para Campos Novos. Percebe-se, portanto, que a rodovia BR-470, que liga o Rio Grande do Sul à região do Vale do Itajaí, em Santa Catarina, e que ostenta significativa relevância para a economia de ambos os Estados, passa a 6,2 km da referida área. De acordo com Silva (1985), este caso recebe pontuação igual a 3.

Com relação à distância até o centro urbano, a pontuação também é de 3 pontos, somando-se 6 pontos totais na classificação proposta na seção dos critérios utilizados.

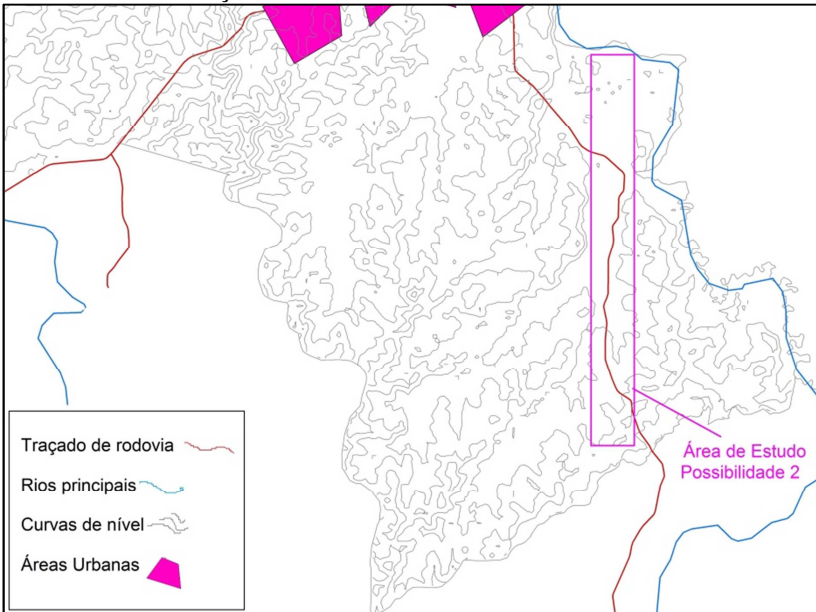
Figura 43 - Acessos terrestres e área urbana em Campos Novos.

Fonte: Autor

✓ Canoinhas

Ao se adicionarem os dados de acessos terrestre sobre a área de estudo de Canoinhas percebe-se que o projetista da BR-477, principal ligação entre Canoinhas e a região central do Estado, utilizou-se das condições favoráveis do relevo da área demonstrada na Fase anterior neste processo. Isto é, a referida rodovia tem seu traçado coincidente com o do proposto para o novo aeroporto, conforme a ilustração da Figura 44.

Figura 44 - Canoinhas e área de estudo de implantação do aeroporto: Coincidência com traçado da BR-477.



Existe, entretanto, uma área, entre o leito da BR-477 e a Floresta Nacional, de mais de 3 km de extensão – obedecendo-se, assim, o distanciamento do rio ilustrado e da própria rodovia existente. Se em um estudo mais aprofundado concluir-se necessidade de mais espaço na área indicada, sugere-se considerar uma mudança de traçado da BR-477, a fim de viabilizar-se a implantação da pista do Aeroporto de Canoinhas.

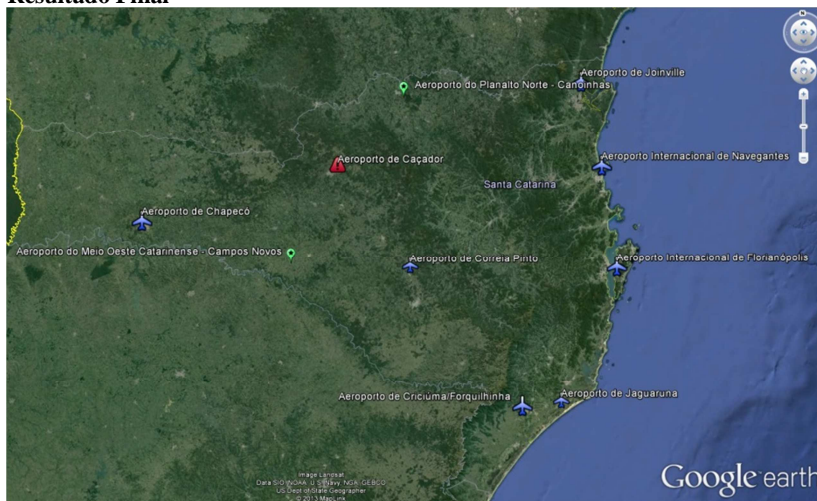
À uma distância de 3,73 km do perímetro urbano (1 ponto) e localizada às margens da BR-477 (3 pontos), o Novo Aeroporto de Canoinhas soma 4 pontos.

4.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O procedimento resultou na sugestão de duas melhores áreas para a implantação de um novo aeroporto em Santa Catarina, sendo uma delas, Campos Novos, com duas possibilidades de localização da pista.

Observando-se a distribuição geográfica do Estado, as sugestões obtidas parecem satisfatórias, como se confirma na Figura 45.

Figura 45 - Disposição dos aeroportos existentes com os propostos pelo Resultado Final



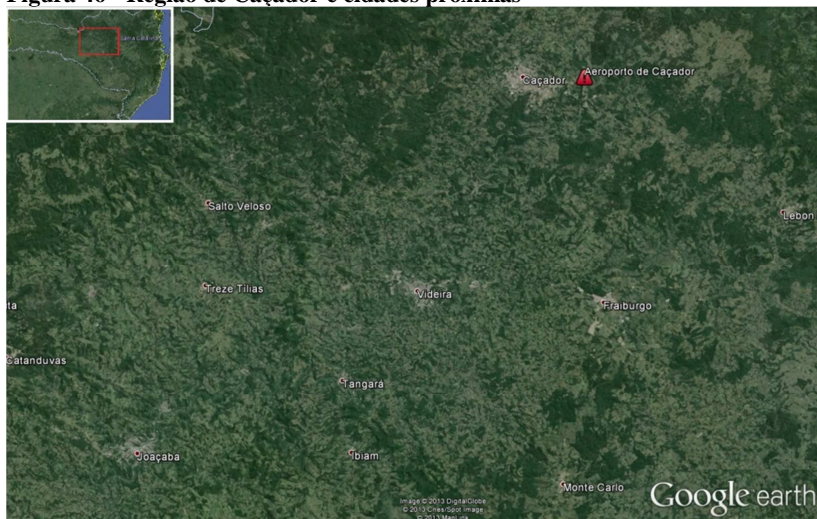
Fonte: GoogleEarth

A razão de se ter assinalado o Aeroporto de Caçador com uma exclamação se deve ao fato que, segundo consulta ao Relatório Técnico da ABES/SC, que diagnosticou todos os aterros sanitários do Estado, o de Caçador (que está gerando o perigo aviário ao aeródromo existente) teve suas operações iniciadas em 2011, enquanto que no Serviço de Informação Aeronáutica (SIA), no site do DECEA, é possível consultar cartas aeronáuticas de voos realizados a partir daquele aeródromo muito antes disto. Segundo a Wikipédia, a inauguração do Aeródromo de Caçador data de 1960.

Conclui-se que o aterro sanitário foi instalado na ASA do aeródromo de Caçador, sem que se considerasse o critério do perigo aviário.

A importância da localização de Caçador se deve por uma sequência de fatores constatados ao longo do desenvolvimento do trabalho: o fato de o próprio município ter um dos maiores PIBs dentre os que foram analisados neste trabalho para a implantação de um novo aeroporto; Caçador está próximo a outras cidades relevantes economicamente como as conurbadas Videira e Fraiburgo e até mesmo Joaçaba (cerca de 70 km em linha reta e 100 km por estrada), conforme ilustra a Figura 46.

Figura 46 - Região de Caçador e cidades próximas



Fonte: GoogleEarth

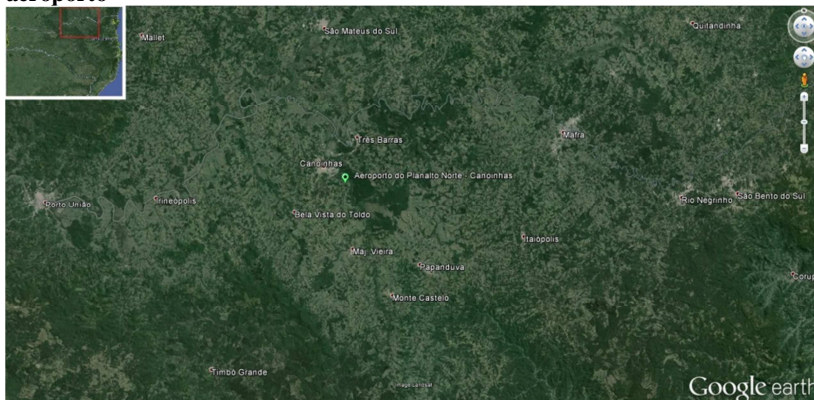
Apesar de que o resultado do procedimento proposto por este trabalho apontou para a não implantação de um aeroporto nesta região, entende-se que a coexistência do aterro sanitário com um aeroporto futuro deve ser discutida.

O resultado da localização do Aeroporto em Canoinhas mostrou-se bastante eficaz. Além de ter atendido a todos os critérios estabelecidos pela metodologia proposta e de ter seu sítio situado às

margens da BR-477, a cidade de Canoinhas, no Planalto Norte Catarinense está situada entre Mafra e Porto União, duas cidades de considerável importância para a região, além de também estar próxima também de Rio Negrinho, podendo atender até São Bento do Sul que, com a implantação do Aeroporto de Canoinhas, passará a ser mais próxima deste do que o de Joinville.

O Aeroporto em Canoinhas também pode atender às cidades paraenses da divisa com Santa Catarina como União da Vitória, São Mateus do Sul, Rio Negro e outras menores. Sua localização, definitivamente serviria adequadamente a toda a região do Planalto Norte.

Figura 47 - Região de Canoinhas e a localização sugerida para o novo aeroporto



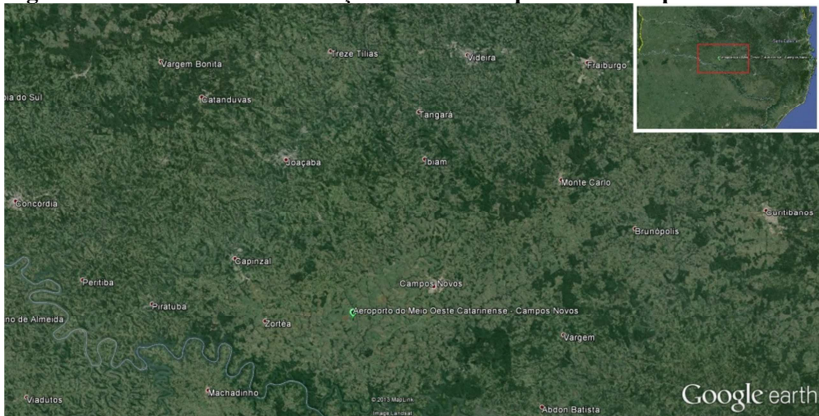
Fonte: GoogleEarth

Campos Novos também se mostrou uma eficaz opção para implantação de um novo aeroporto. A cidade está situada exatamente na metade do trajeto entre Lages e Chapecó – as duas esferas mais próximas onde há aeroportos. Deve-se ressaltar também a posição estratégica com relação a importantes rodovias próximas: BR-470 e BR-282.

O fato de Joaçaba ter sido considerada não própria para sediar o novo aeroporto não a deixa sem serviço de transporte aéreo, caso seja

implantado o novo aeroporto em Campos Novos, dada a proximidade entre as duas cidades: 45 km de estrada e ainda menos em linha reta. Esta possibilidade na região conhecida como Meio Oeste catarinense serviria até cidades como Videira e Fraiburgo (68 km).

Figura 48 - Resultado da localização do novo aeroporto em Campos Novos



Fonte: GoogleEarth

5. CONCLUSÃO

5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SIG é uma poderosa ferramenta a ser utilizada em processos decisórios que envolvem a interação de diversas e diferentes variáveis, como por exemplo, a escolha da localização de um centro de distribuição industrial, o traçado de uma ferrovia, os locais de implantação de usinas de energias renováveis, entre tantos outros.

No decorrer deste trabalho percebeu-se que o processo de escolha da localização para um novo aeroporto é um destes casos, sobretudo quando há uma clara vontade política de se estimular a aviação regional pelo país, o que quer dizer ampliar a oferta por transporte aéreo e que, por sua vez, exige infraestrutura adequada. As localizações cujo retorno deste investimento se dará de forma mais otimizada devem ser analisadas com base nos critérios de planejamento de aeroportos fundamentados por este trabalho e, finalmente, o SIG mostrou grande eficácia para processar tais parâmetros.

A infraestrutura aeroportuária catarinense atual, por sua vez, mostrou-se relativamente adequada no que se refere à cobertura dos principais polos geradores de transporte aéreo do Estado. Para o desenvolvimento do trabalho restou uma porção pequena do território ainda não atendida por aeroportos – e com atividade econômica mais modesta.

A revisão bibliográfica que se fez por meio da escassa bibliografia sobre projeto e planejamento de aeroportos e, especialmente pelas normas técnicas vigentes se mostrou adequada, uma vez que resultou em uma metodologia eficiente e de bom funcionamento e sequência lógica para aplicação em SIG.

Os resultados obtidos pelo conjunto do trabalho mostraram-se satisfatórios e dentro do que era previamente esperado, uma vez que

inegavelmente são condizentes com a realidade de Santa Catarina no que diz respeito a sua economia, população e características físicas.

5.2. LIMITAÇÕES

Este trabalho, ainda que tenha proposto uma metodologia que funciona e obtidos resultados pertinentes, não deve ser utilizado de maneira isolada como estudo prévio de implantação de um novo aeroporto. Isto é, o que se discutiu aqui foi apenas o que a teoria do planejamento de aeroportos considera como a etapa de Estudos de Escritório, sendo que a visitação em campo, se possível por sobrevoo, bem como estudos complementares, como condições climáticas do local, são imprescindíveis para o acerto na escolha do sítio aeroportuário.

Outro ponto a se atentar é a qualidade do processamento de dados realizado neste trabalho. Em se tratando de um trabalho de graduação que se preocupou, primeiramente, em imergir o autor nos conhecimentos de Planejamento de Aeroportos, é conveniente ressaltar que existem muitas outras ferramentas computacionais mais arrojadas, complexas e de maior proximidade com a realidade do que as utilizadas aqui. A utilização de técnicas mais refinadas pode, eventualmente, levar a resultados divergentes a estes aqui expostos, como por exemplo, uma melhor modelagem da topografia da área de estudo.

5.3. RECOMENDAÇÕES

Sugerem-se, inicialmente, estudos complementares a este para se chegar a decisão final da implantação dos aeroportos nas duas localizações obtidas. Seriam estes estudos climatológicos, de ventos, do solo, da verificação do valor do solo, bem como visitas técnicas e levantamentos em campo. Este trabalho é um eficaz ponto de partida no processo decisório.

Indica-se que haja uma discussão acerca do aeroporto em Caçador. Conforme foi relatado anteriormente a região é importante

economicamente e em breve deverá demandar transporte aéreo mais intensamente. Este impedimento leva, ainda, a este trabalho recomendar políticas integradas para o processo de decisão da localização de um aterro sanitário e de um aeroporto. Conforme se pesquisou, o aeródromo de Caçador existe anteriormente ao aterro municipal, portanto, é necessário que se repense sobre a questão, dado a relevância que o perigo aviário tem obtido.

De maneira mais ampla, é recomendado o teste da metodologia deste trabalho em outras áreas de estudo, inclusive em áreas mais abrangentes e complexas. Em próximas aplicações também se indica um estudo mais aprofundado em teoria econômica, a fim de se possibilitar o acréscimo de fatores desta área do conhecimento no procedimento.

Finalmente, a recomendação de uma análise não realizada por este trabalho, pela razão de que lhe tornaria ainda mais complexo, que é a verificação da implantação do novo aeroporto em terrenos de municípios vizinhos ao polo de demanda por transporte aéreo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Projeto de Cooperação Técnico Científico Entre o Ministério Público de Santa Catarina e ABES/SC (Relatório Final)**: Apoio ao desenvolvimento de ações integradas na área de resíduos sólidos urbanos visando contribuir no monitoramento da qualidade ambiental da gestão de resíduos sólidos no Estado de Santa Catarina. MP/SC: Florianópolis, 2012.

BOEING COMMERCIAL AIRPLANES. **737 Airplane Characteristics for Airport Planning**. Seattle: Boeing, 2013.

BRASIL. ANAC. Anuário do Transporte Aéreo: Dados Estatísticos e Econômicos de 2012. Brasília, 2013.

BRASIL. ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 01, de 01 de janeiro de 2011. **Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida**. Brasília, 2011.

BRASIL. ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154, de 12 de janeiro de 2012. **Projeto de Aeródromos**. Brasília, 2012.

BRASIL. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - Cenipa. Assessoria de Gerenciamento de Risco Aviário. **Perigo Aviário e Fauna: uma questão permanente**. Disponível em: <www.cenipa.aer.mil.br>. Acesso em: 12 out. 2013

BRASIL. DAC - Departamento de Aviação Civil. IAC - Instituto de Aviação Civil. **Manual de Implementação de Aeroportos**. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**: Dispõe Sobre a Proteção da Vegetação Nativa: altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de

1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 2012.

BRASIL. SAC/PR. Governo anuncia programa de investimento em aeroportos: Conjunto de medidas vão melhorar a infraestrutura e a qualidade dos serviços aeroportuários no Brasil. Disponível em: <<http://www.aviacaocivil.gov.br/noticias/2012/12/governo-anuncia-programa-de-investimento-em-aeroportos>>. Acesso em: 20 dez. 2012.

BUTTCHEVITZ, Alex. W. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas propensas à ocorrência de deslizamentos na bacia do rio Tijucas/SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). UFSC. Florianópolis, 2011.

CATANANT, R. B. Transporte Aéreo – Movimentação de PAX, tarifas aéreas, rotas e direitos do consumidor. Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC [apresentação em slides]. Disponível em: www.anac.gov.br

GERALDI, Matheus S. Análise para identificação de prováveis áreas de expansão do potencial de energias renováveis em Santa Catarina, utilizando Sistema de Informação Geográfica (SIG). Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). UFSC. Florianópolis, 2013.

GOLDNER, L. G. Apostila de Aeroportos. Florianópolis, 2012.

HORONJEFF, Robert et al. Planning & Design of Airports. 5. ed. San Francisco: Mcgraw-hill Companies, 2010.

MCKINSEY&COMPANY. Estudo do Setor de Transporte Aéreo no Brasil: Relatório Consolidado. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <www.bndes.gov.br>. Acesso em: 20 fev. 2013.

MELLO, José Carlos. Transporte Aéreo. In: VALENTE, Amir Mattar et al. **Qualidade e Produtividade nos Transportes**. São Paulo: Cengage Learning, 2008. Cap. 6. p. 201-233.

MORAIS, Francisco José Azevedo de. **Método de Avaliação do Risco Aviário em Aeroportos**. 2012. 130f. Dissertação de Mestrado Profissional em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP.

PIRES, A. N. V. **SIG na avaliação do Potencial Energético de Energias Renováveis**. Tese de Doutorado (Engenharia da Computação). Faculdade de Engenharia do Porto, Porto – Portugal, 1994.

SILVA, E. M. **Escolha de sítio aeroportuário**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil). COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1985.

VASCONCELOS, L. F. S. **O aeroporto como integrante de um projeto de desenvolvimento regional: A experiência brasileira**. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T. DM – 088^a/2007, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF. 149p.

WIKIPÉDIA (Autor Desconhecido). Aeródromo de Caçador. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Aeroporto_de_Caçador>. Acesso em: 15 nov. 2013.

APÊNDICE A

Dimensionamento do Comprimento de Pista e da Zona de Proteção Aeroportuária

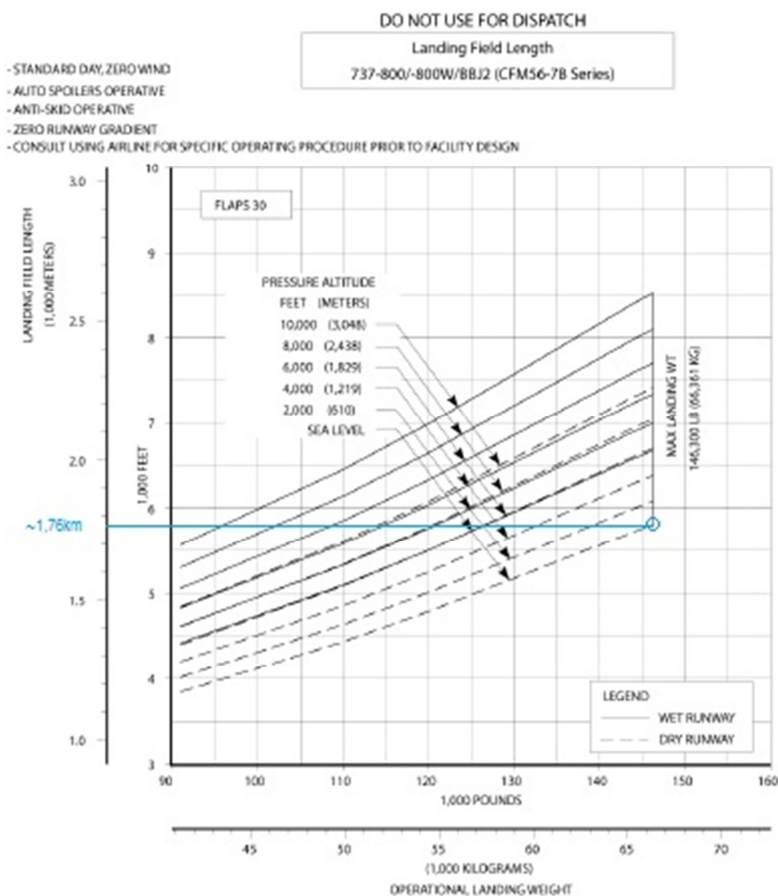
Horonjeff et. Al. (2010) já forneceu o comprimento para o modelo Airbus A320-200, considerando-se pista seca, ao nível do mar, sob uma temperatura de 20° C, e operando-se com Peso Máximo de Decolagem, conforme o quadro abaixo.

Jet Aircraft between 100,000 and 250,000 lb MSTOW* (Narrow Body Jets)									
Aircraft	Manufacturer	Wingspan	Length	Wheel Base	Wheel Track	MSTOW* (lb)	# Engines	Avg. # Seats	Runway Required (ft)*
A-319	Airbus Industrie	111'25"	111'02"	41'33"	24'93"	141,095	2	140	5,800
MD-87	McDonnell-Douglas	107'10"	130'05"	62'11"	16'08"	149,500	2	135	7,600
MD-90-30	McDonnell-Douglas	107'10"	152'07"	77'02"	16'08"	156,000	2	165	6,800
A-320-200	Airbus Industrie	111'03"	123'03"	41'05"	24'11"	158,730	2	160	5,700
B-737-800	Boeing	112'06"	124'11"	50'09"	18'8"	172,445	2	175	
B-727-200	Boeing	108'00"	153'03"	63'03"	18'09"	184,800	3	165	8,600
B-757-200	Boeing	124'10"	155'03"	60'00"	24'00"	220,000	2	210	5,800

Portanto, o comprimento de pista necessário para a operação do modelo Airbus A320-200 é de 1.738 metros (5.00 pés).

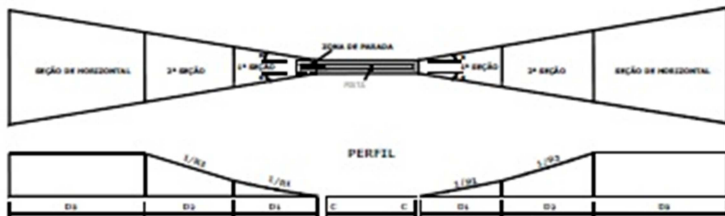
Para a determinação do modelo Boeing 737-800 utilizou-se o documento da fabricante Boeing 737 Airplane Characteristics for Airport Planning. O quadro abaixo reproduz o que o ábaco que o fabricante forneceu na publicação.

3.4.21 F.A.R. LANDING RUNWAY LENGTH REQUIREMENTS - FLAPS 30 MODEL 737-800



Introduzindo-se os dados de pista seca, para peso máximo de decolagem, encontra-se o valor de 1.760 metros de pista requeridos.

Utiliza-se, portanto, o modelo Boeing 737-800 como aeronave tipo e busca-se o valor de 1.760 metros de pista para projetar-se a zona de proteção. Goldner (2012) utiliza os seguintes dados, ilustrados na figura a seguir, para atribuir valores deste dimensionamento.



SUPERFÍCIES DIMENSÕES (a)	CLASSE DO AERÓDROMO							
	VFR				IFR - NÃO PRECISÃO		IFR - PRECISÃO	
	CÓDIGO DE PISTA				CÓDIGO DE PISTA		CÓDIGO DE PISTA	
	1	2	3	4	1 e 2	3 e 4	1 e 2	3 e 4
α	6°	6°	6°	6°	9°	9°	9°	9°
	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%
R ₁	20	25	30	40	30	50	50	50
	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	2%	2,5%	2%
R ₂	—	—	—	—	—	40	33,3	40
	—	—	—	—	—	2,5%	3%	2,5%
C m	30	60	60	60	60	60	60	60
D ₁ m	1600	2500	3000	3000	2500	3000	3000	3000
D ₂ m	—	—	—	—	—	3600	12000	3600
D ₃ m	—	—	—	—	—	8400	—	8400

Obs.: IFR-PRECISÃO CAT II e CAT III somente pistas 3 e 4.

(a) todas as dimensões são medidas horizontalmente.

(b) comprimento variável (ver parágrafo 2º do Art. 20).

(c) as dimensões as superfície poderão ser diferentes em função do desvio lateral ou curva.

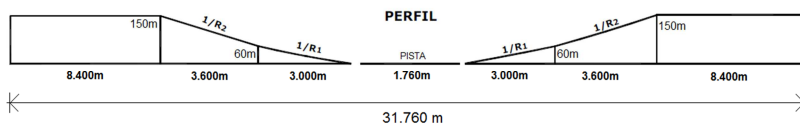
Horonjeff et. Al (2010) determina o código de Pista 4 para aquelas cuja aeronave tipo é o Boeing 737-800 ou superiores. O novo aeroporto proposto por este trabalho tem de ser previsto para que, futuramente, possa vir a optar pela operação IFR-Precisão. As dimensões da superfície de aproximação são, portanto:

C = 60m

D1 = 3.000m

D2 = 3.600m

D3 = 8.400m



Este é o resultado final do dimensionamento da zona de proteção do aeródromo, a ser utilizada na análise topográfica do sítio aeroportuário.