

**GUILHERME MARTINS NASCIMENTO
JULIANA FERREIRA MALAMAN**

**PLANO DE DESENVOLVIMENTO DO AEROPORTO DE SENHOR DO
BONFIM - BA**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil

São Paulo
2014

**GUILHERME MARTINS NASCIMENTO
JULIANA FERREIRA MALAMAN**

**PLANO DE DESENVOLVIMENTO DO AEROPORTO DE SENHOR DO
BONFIM - BA**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo, no âmbito do Curso de
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Jorge Eduardo
Leal Medeiros

São Paulo
2014

Malaman, Juliana Ferreira

Plano de desenvolvimento do aeroporto de Senhor do Bonfim - BA / J.F. Malaman; G.M. Nascimento. -- São Paulo, 2014.

65 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transporte.

**1.Aeroportos – Senhor do Bonfim (BA) 2.Arranjo físico
3.Demanda I.Nascimento, Guilherme Martins II.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transporte III.t.**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às nossas famílias pelo apoio e incentivo dado durante todos os longos anos de estudos. Agradecemos aos profissionais que forneceram dados que nos permitiram concluir o estudo, ao Sr. Pedro Fostinone, consultor da Passaredo, ao Arq. Denisson de Oliveira, diretor de terminais do DERBA-SEINFRA, à Eng. Maria Amélia Pompeu do Amaral, diretora de logística da SUPET-SEINFRA.

Por fim, agradecemos ao Prof. Dr. Jorge Eduardo Leal Medeiros pela forma com a qual conduziu o trabalho.

Sumário

Objetivo Geral	7
Objetivos Específicos	7
1. Justificativa e Metodologia	8
2. MICROREGIAO DE SENHOR DO BONFIM - BA	10
21REGIC 2007	10
2.2 Comparativo da Região	12
3. Análise de dados: PROJEÇÃO DE DEMANDA	14
3.1 Projeção de Demanda segundo o PAEBA	14
3.2 Relacionando PIB com demanda de passageiros	15
3.3 Estimativa de Demanda em Ligações Rodoviárias	18
3.4 Estimativa de Demanda Futura	21
3.5. Análise da demanda projetada	22
4. Dimensionamento do Aeródromo	22
4.1 Aeronave-tipo	22
4.2 Tamanho de Pista	23
4.3 Dimensionamento Subsistemas do Aeródromo	25
4.3.1 ICAO – Anexo 14 e RBAC	25
4.3.2 Classificação do Aeródromo	26
4.3.3 Dimensões de Pista	27
4.3.3.1 Largura de Pista	27
4.3.3.2 Faixas de Pista de Pouso e Decolagem	28
4.3.3.3 Área de Segurança de Fim de Pista (RESA)	28
4.3.3.4 Layout da Pista	28
4.3.4 Pistas de Taxi	29
4.3.5 Pátios de aeronaves	30
4.3.6 Terminal de Passageiros	31
4.3.7 SESCINC	33
4.3.8 Superfícies de Segurança	36
5. Comparativo entre projetos existentes	38
6. Referências Bibliográficas	41
Anexo 1 - Microrregião de Senhor do Bonfim	42
Anexo II – QUADROS E GRÁFICOS DOS AVIÕES	51

RESUMO

Senhor do Bonfim é uma cidade no interior da Bahia, a cerca de 375 km da capital, com uma população estimada de 80.253 pessoas. O estado baiano vem recebendo grandes investimentos federais em infraestrutura através do PAC. Neste cenário, em 2001, na revisão do PAEBA (Plano Aeroportuário do Estado da Bahia), a cidade foi selecionada para o desenvolvimento de um novo aeroporto, a fim de atender a crescente demanda da região.

Em um primeiro momento, este trabalho tem como objetivo traçar um painel sobre a região, a fim de entender e identificar os principais pontos econômicos. A partir deste cenário, e comparando com outras cidades similares que possuem aeroportos, é possível traçar uma projeção de como seria a demanda de um futuro aeroporto local, através da relação do PIB com a demanda de passageiros.

Outro estudo a se fazer neste trabalho é relacionar a demanda rodoviária com a demanda aeroportuária. A demanda rodoviária é uma boa medida da demanda de viagens entre duas cidades e a relação entre as viagens de ônibus e de avião é intrínseca.

A partir dos resultados do estudo de demanda, a segunda parte deste trabalho é dimensionar a infraestrutura básica do aeroporto, compreendendo os subsistemas de pista, pista de taxi, pátio de estacionamento e terminal de passageiros.

Palavras-Chave: Aeroportos, Senhor do Bonfim, Arranjo Físico, Estudo de Demanda.

ABSTRACT

Located in the western of Bahia, Senhor do Bonfin has a population of 80,253 habitants, thus Bahia has been receiving extremely important federal investments at infrastructure through PAC. In 2001, the PAEBA (Airport Plan of Bahia's State) revision, the city of Senhor do Bonfin was selected for the development of a new airport, in order to attend the increasing demand of the region.

Firstly this coursework has the purpose of making a evaluation panel about the region, to ensure the understanding and identify the main economical spots. Comparing Senhor do Bonfin with other cities that own airports, it is possible to construct a projection of how could be the future demand of this new local airport, through the relation of PIB jointly with the demand of passengers.

Another analysis is to relate the road transport along with airport demands. The road transportation demand is a remarkable source of travels between two cities, moreover the connection between bus and airplane travels is intrinsic. Starting on the results of demand, the subsequent part of this studying is based on the dimension of the airport's infrastructure.

Key-words: Airports, Senhor do Bonfim, physical arrangement, demand study

Índice de Figuras	
Figura 1 - Sítio desativado em Senhor do Bomfim – BA	8
Figura 2 - Foto área do sítio desativado	9
Figura 3 - Seleção de aeródromos prioritários	9
Figura 4 - Relação entre demanda e desenvolvimento econômico	10
Figura 5 - Classificação segundo REGIC 2007	11
Figura 6 - Rede de Influência de Salvador (Fonte: REGIC, 2007)	11
Figura 7 - Rede de Influência de Recife (Fonte: REGIC, 2007)	12
Figura 8 - Comparativo do Crescimento do PIB do Brasil, Bahia e Microrregião de Senhor do Bonfim.....	12
Figura 9 - População Estimada em 2013 – Microrregião e cidades componentes....	13
Figura 10 - PIB 2011 (em k BRL): microrregião e cidades componentes.....	13
Figura 11 - Equação de projeção de demanda de passageiros (PAEBA 2001)	15
Figura 12 - Comparação da demanda projetada (PAEBA) com a real em 2011	15
Figura 13 - PIB x PAX dos Aeroportos do Nordeste de 2008 à 2011	16
Figura 14 - Relação entre passageiros e PIB de Aeroportos no Nordeste	17
Figura 15 - Horários de Saída de Ônibus no dia 30/06/2014, de Senhor do Bonfim para Salvador Fonte: Falcão Real.....	19
Figura 16 - Comparação entre faixas estimadas de demanda	21
Figura 17 - Demanda Futura para Cenários Otimista, intermediário e Pessimista....	21
Figura 18 - ATR 72 - Trip.....	24
Figura 19 - EMB 175	25
Figura 20 - Código de Referência do aeródromo	27
Figura 21- Largura de pistas de pouso e decolagem	28
Figura 22 - Layout Pista - Horizonte de implantação.....	28
Figura 23 - Layout Pista - Horizonte Futuro.....	29
Figura 24 – Dimensões Pista de Táxi.....	29
Figura 25 - Layout Pista de Táxi - Horizonte de Implantação.....	29
Figura 26 - Layout Pista de Táxi - Horizonte Futuro.....	30
Figura 27 - Pátio de Estacionamento - Dimensões Recomendadas	30
Figura 28 - Pátio de Aeronave - Horizonte de Implantação.....	31
Figura 29 - Pátio de Aeronaves - Horizonte Futuro	31
Figura 30 - Configurações Modular para Terminal de Passageiros	32
Figura 31 - Layout Terminal de Passageiros.....	33
Figura 32 - Foto do SESCINC em Teixeiras de Freitas - BA.....	35
Figura 33 - Foto do SESCINC em Teixeiras de Freitas - BA.....	35
Figura 34 - Esquema da superfície lateral.....	36
Figura 35 - Tabela D-3 da superfície de aproximação - Fonte RBAC	37
Figura 36 - Esquema da divergência da superfície de aproximação – Fonte: RBAC	37
Figura 37 – Esquemas simplificado das superfícies de segurança	38
Figura 38 - Esquema do Aeroporto de Senhor do Bonfim.....	38
Figura 39 - Layout proposto pelo PAEBA.....	39
Figura 40 - Levantamento novo Aeroporto Senhor do Bonfim	40
Figura 41 - Alocação do novo Aeródromo	40
Figura 42 - Novo sítio aeroporto Senhor do Bonfim	41
Figura 743 - Gráfico carga paga x alcance	56

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela comparativa entre municípios da microrregião	14
Tabela 2 - Série histórica de aeroportos do Nordeste	16
Tabela 3 - Relações PAX/PIB de aeroportos do Brasil	18
Tabela 4 - Estimativa de passageiros para Senhor do Bonfim	18
Tabela 5 - Oferta diário de Transporte Rodoviário na Microrregião – Base de dados Falcão Real	20
Tabela 6 - Estimativa de Passageiros para Senhor do Bonfim a partir da demanda rodoviária.....	20
Tabela 7 - Estimativa projetada de passageiros em embarque e desembarque	22
Tabela 8 - Assentos diários necessários	22
Tabela 9 - Quantidade de Assentos disponíveis	23
Tabela 10 - Tipo de Avião x Pista Necessária.....	23
Tabela 11 - Especificações para cada aeronave.....	25
Tabela 12 - Índice de Aproveitamento Terminal de Passageiros - SAC	32
Tabela 13 - Índice de Aproveitamento Terminal de Passageiros – Fonte base: PAEBA2001	32
Tabela 14 - Quantidade de veículos de emergência no SESCINC	34
Tabela 15 - Volume de água disponível no SESCINC	34
Tabela 16 - Comparação de projetos	39

1. Objetivos

1.1 Objetivo Geral

Elaboração de um plano de desenvolvimento preliminar de um aeroporto na cidade de Senhor do Bonfim, no Estado da Bahia, com o dimensionamento e o arranjo físico do novo aeroporto.

1.2 Objetivos Específicos

Para plano de desenvolvimento do aeroporto, objetivou-se:

- Identificar e caracterizar socioeconomicamente a região de Senhor do Bonfim – BA, bem como das cidades limítrofes;
- Identificação de aeroportos próximos à região analisada, de forma a identificar alternativas de atendimento da demanda;
- Analisar os dados rodoviários e estabelecer uma relação com a demanda futura de passageiros do futuro aeroporto;
- Projetar a demanda potencial de passageiros de um aeroporto em Senhor do Bonfim - BA;
- Com base nas projeções, identificar aeronaves que possam atender a demanda;
- Quantificação das necessidades físicas do aeroporto;
- Caracterização física do aeródromo.
- Estabelecimento do arranjo físico.
- Análise crítica.

1. Justificativa e Metodologia

A Bahia é um estado brasileiro que está em crescente expansão socioeconômica. Com os investimentos previstos em infraestruturas, principalmente os oriundos de recursos federais através do Programa de Aceleração ao Crescimento (PAC), fez surgir a necessidade de estudos que buscassem um plano de expansão para o setor no estado. Projetos como a Ferrovia Oeste-Leste, que ligará as regiões produtoras de minério com a região portuária, o projeto Porto sul na cidade de Ilhéus, que abrigara mais de R\$5 bilhões de reais em investimentos para a construção de um aeroporto internacional, ferrovias, centro industrial, gasodutos, além de um porto, são alguns exemplos de investimentos relevantes no estado;

Além disso, o PIL, Programa de Investimentos em Logística, do governo federal, prevê o investimento de R\$7 bilhões de reais em aeroportos regionais, incluindo 20 aeroportos somente no estado da Bahia, além de um programa de subsídio e isenções que objetivam a diminuição das tarifas, reduzindo a distância entre as passagens de avião e ônibus. O plano incentiva a parceria entre as três esferas de governo, através de convênios, de forma a estimular novas linhas regionais.

Na revisão do Plano Aeroportuário Estadual (PAEBA), elaborado em 2001 para o período de até 2021, o município de Senhor do Bomfim foi selecionado para compor o Sistema Estadual de Aeroportos, como um Aeroporto Regional, o aeródromo porém, foi desativado devido ao seu envolvimento pela malha urbana, impossibilitando a expansão de seus componentes aeroportuários. Foi recomendado então a implantação de um novo sitio. A Figura 1 mostra o sítio desativado e a Figura 2 mostra uma foto aérea de como funcionava o sítio.

Em 2012 foi publicado pela Secretaria de Infraestrutura da Bahia (SEINFRA) o “Plano Preliminar de Desenvolvimento Aeroportuário da Bahia” que selecionou e priorizou os aeródromos regionais que necessitam de investimentos para seu desenvolvimento (Figura 3).



Figura 1 - Sítio desativado em Senhor do Bomfim – BA
Fonte:PAEBA2001



Figura 2 - Foto área do sitio desativado

Fonte: PAEBA2001

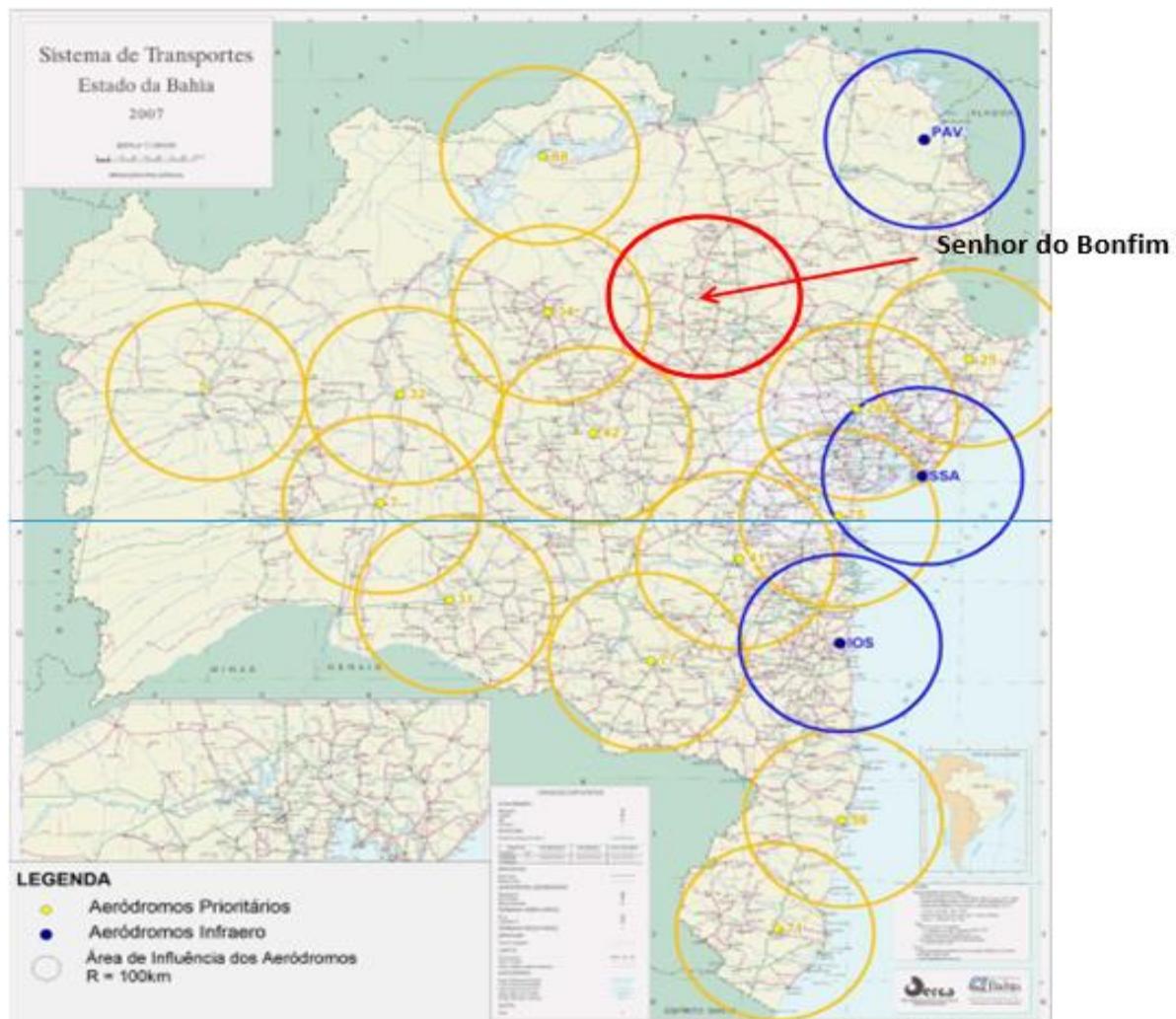


Figura 3 - Seleção de aeródromos prioritários
Fonte base: Plano de desenvolvimento preliminar da bahia (2012)

Atualmente, a demanda aeroportuária da região de Senhor do Bonfim é dividida entre os aeroportos de Petrolina e Salvador. As ligações interestaduais se dão principalmente através de transporte rodoviário.

Para o dimensionamento de um aeródromo, tanto em seu lado aéreo (aeródromo) como em seu lado terrestre (principalmente o terminal de passageiros), é necessário estimar a demanda futura deste novo aeroporto. Para tanto, em aeroportos novos ou

sem tráfego regular, é necessário analisar as séries históricas de demanda de aeroportos similares e a atividade econômica de suas respectivas regiões, uma vez que há uma forte correlação entre demanda de transporte aéreo e desenvolvimento econômico, conforme Figura 4. A Figura demonstra a relação entre o desenvolvimento econômico e a demanda de passageiros em 135 países no período de 1970 até 2005.

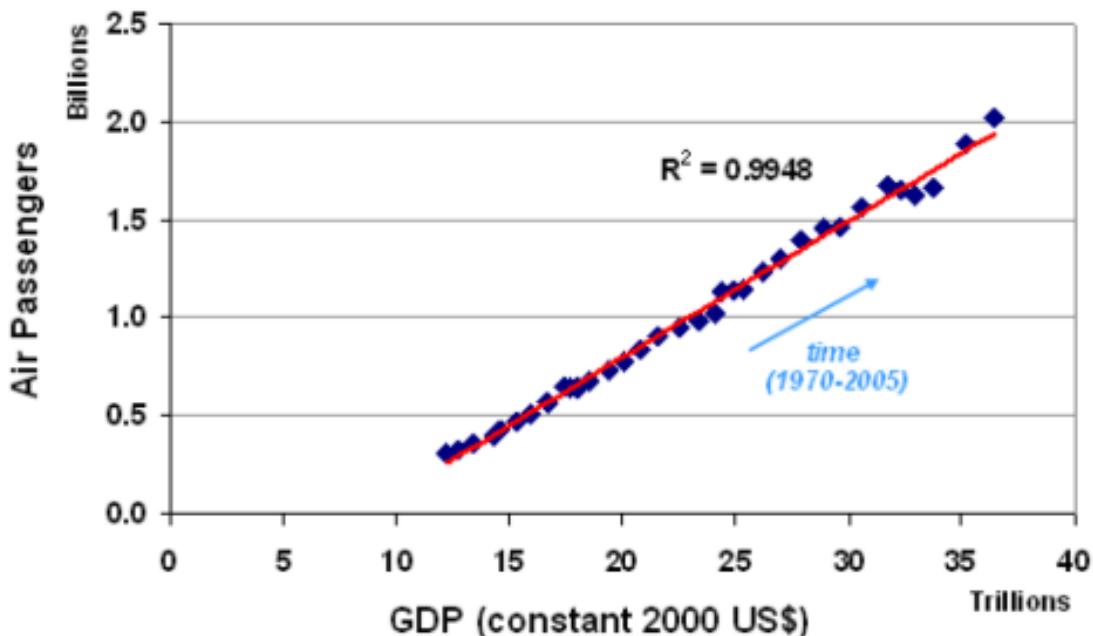


Figura 4 - Relação entre demanda e desenvolvimento econômico

Fonte: Relatório I do Plano Preliminar de Desenvolvimento Aeroportuário da Bahia; Fonte: Ishutkina, M. A. e Hansman, J. R.

2. MICROREGIÃO DE SENHOR DO BONFIM - BA

2.1 REGIC 2007

Um estudo do IBGE denominado “REGIC, Regiões de Influências das Cidades - 2007” hierarquiza os municípios brasileiros segundo influências sociais e econômicas, em diferentes níveis (por exemplo, uma metrópole exerce influência sobre capitais regionais e estas sobre centro sub-regionais, estes sobre centros de zona, etc.), mostrando a interdependências entre as cidades.

O município de Senhor do Bonfim é classificado como Capital Sub-Regional B - aparece sobre influência direta de duas Metrópoles, Recife (PE) e Salvador (BA) e de uma Capital Regional B, Petrolina – Juazeiro (PE). Além disso exerce influência sobre oito Centros Locais - Andorinha, Jaguariri, Pindobaçu, Ponto Novo, Campo Formoso, Filadélfia, Itiúba, Antônio Gonçalves.

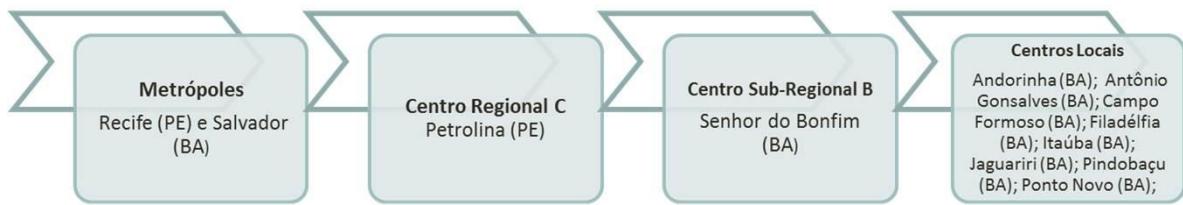


Figura 5 - Classificação segundo REGIC 2007



Figura 6 - Rede de Influência de Salvador (Fonte: REGIC, 2007)

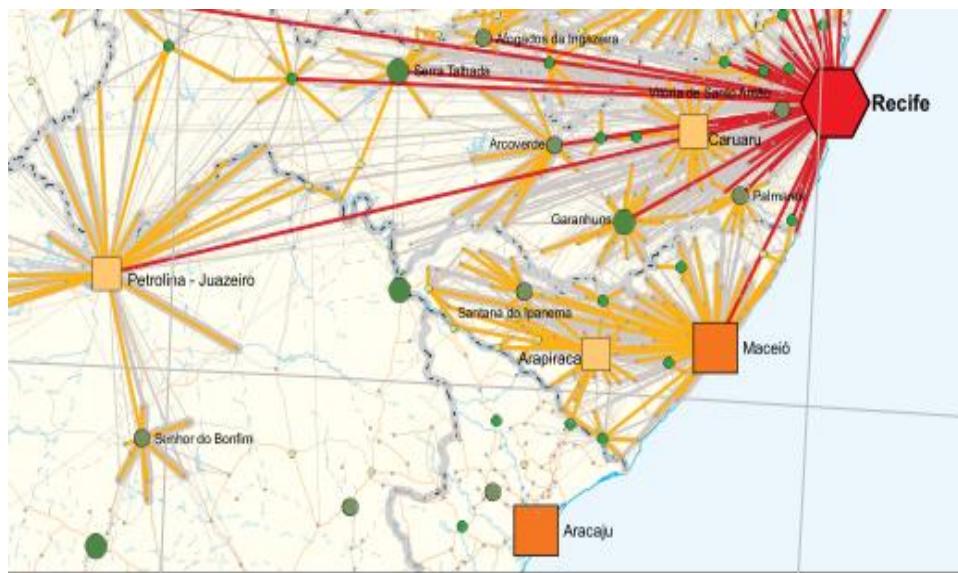


Figura 7 - Rede de Influência de Recife (Fonte: REGIC, 2007)

2.2 Comparativo da Região

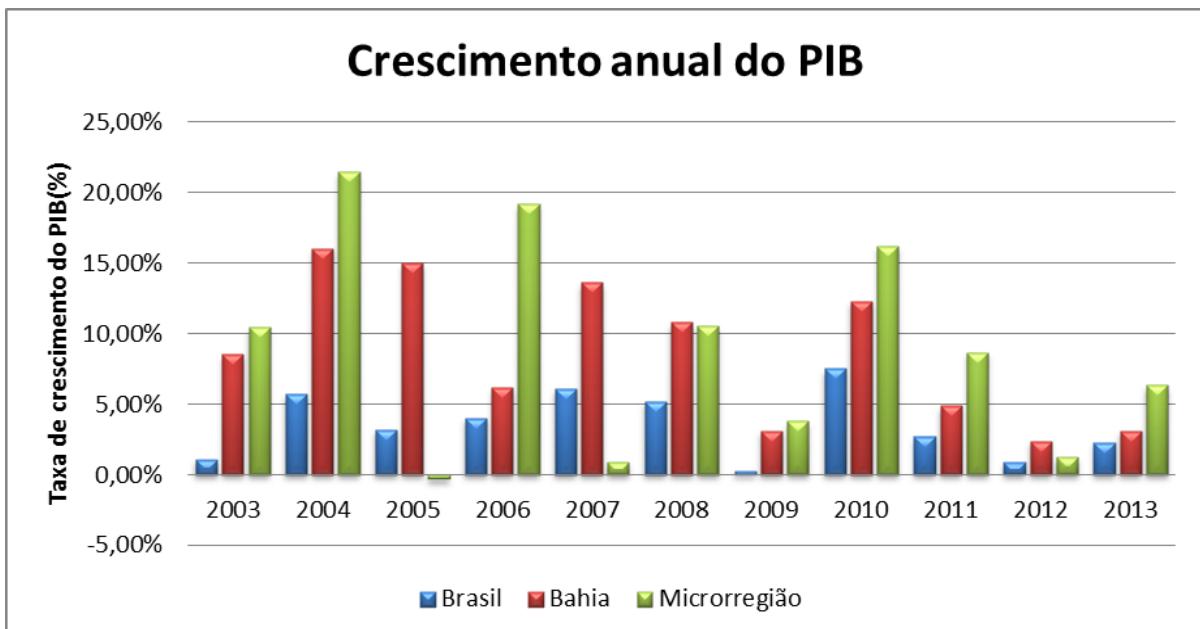


Figura 8 - Comparativo do Crescimento do PIB do Brasil, Bahia e Microrregião de Senhor do Bonfim – Fonte: IBGE; SEI

A microrregião de Senhor do Bonfim representa uma população estimada pelo IBGE em 2013 de 304.781 habitantes (Figura 9) e um PIB de R\$ 1.947.080,00 (Figura 10). Toda microrregião será beneficiada pelo novo aeródromo e será alimentadora da demanda do mesmo. Desta forma para fins de dimensionamento trabalharemos com a microrregião como um todo.

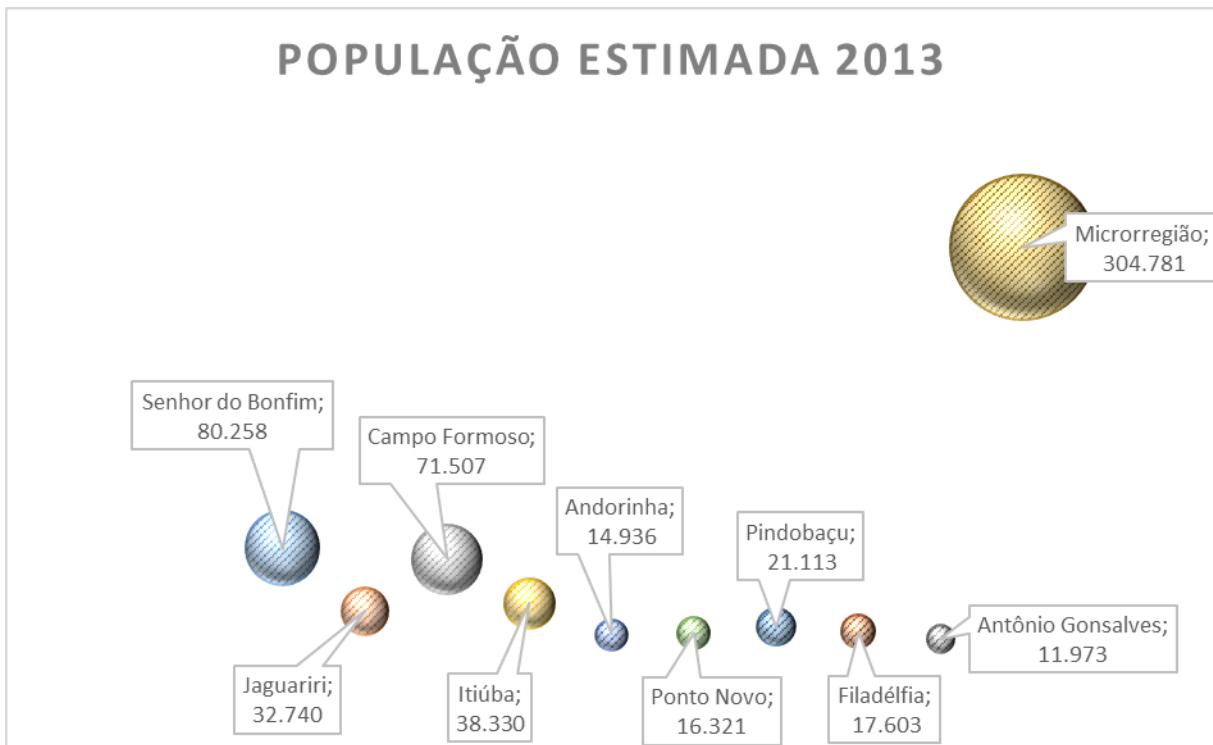


Figura 9 - População Estimada em 2013 – Microrregião e cidades componentes

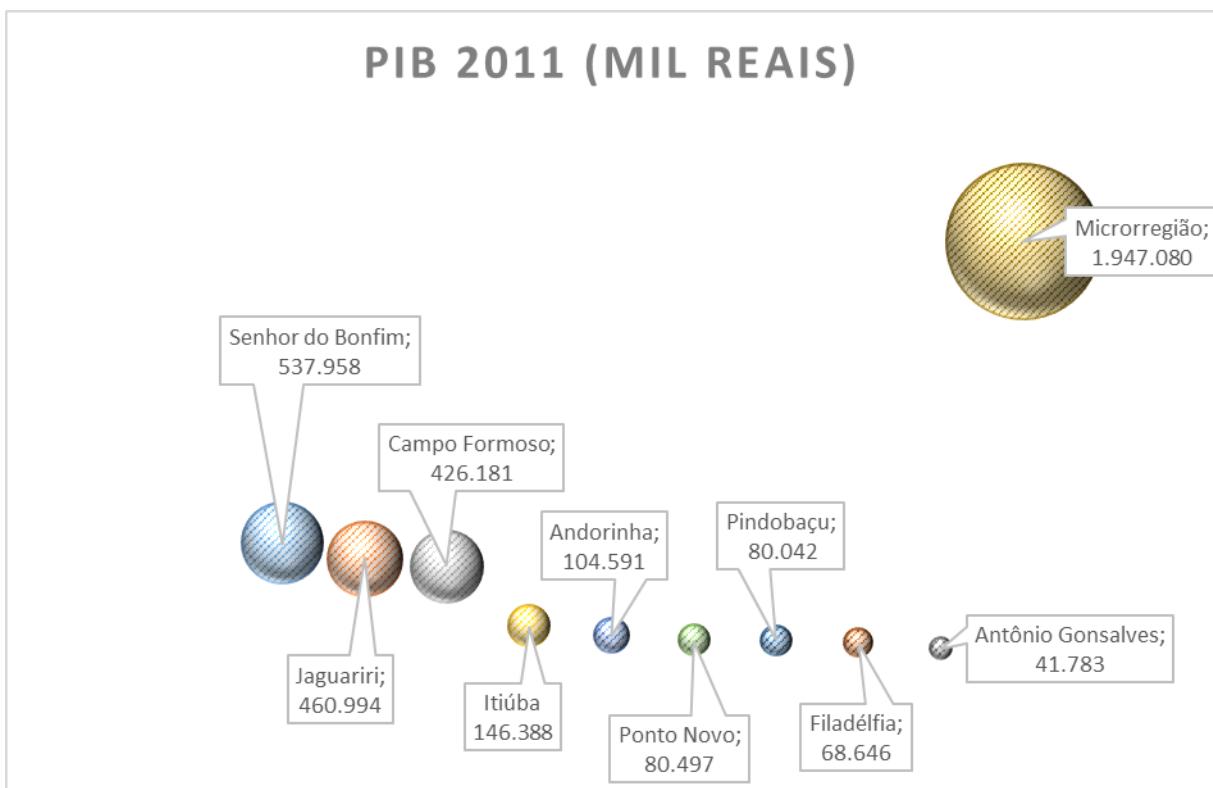


Figura 10 - PIB 2011 (em k BRL): microrregião e cidades componentes

Tabela 1 - Tabela comparativa entre municípios da microrregião

Síntese das Informações	Petrolina	Andorinha	Jaguarari	Pindobaçu	Ponto Novo	Campo Formoso	Filadélfia	Itiúba
Área da unidade territorial (km ²)	4.561,87	1.247,61	2.456,61	496,281	497,396	7.258,68	570,067	1.722,75
Estabelecimentos de Saúde SUS (estabelecimentos)	78	7	13	10	8	16	13	11
Matrícula - Ensino fundamental - 2012	55.864	2.714	5.576	3.643	3.389	13.482	3.162	7.464
Matrícula - Ensino médio - 2012	17.169	634	1.436	701	641	3.099	707	1.184
Número de unidades locais	5.924	206	668	175	189	1.095	208	405
Pessoal ocupado total	58.918	2.008	4.397	1.256	1.556	4.974	1.043	2.219
PIB per capita a preços correntes - 2011	11.044,33	7.308,95	15.084,90	3.989,35	5.149,53	6.364,05	4.109,08	4.048,68
População residente	293.962	14.414	30.343	20.121	15.742	66.616	16.740	36.113
População residente - Homens	143.252	7.328	15.438	10.329	7.924	33.464	8.437	18.317
População residente - Mulheres	150.710	7.086	14.905	9.792	7.818	33.152	8.303	17.796
População residente alfabetizada	231.784	9.929	22.876	13.652	10.769	45.871	11.760	23.647
População residente que frequentava creche ou escola	100.488	4.686	10.035	7.217	5.800	26.795	6.164	12.541
Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes com rendimento domiciliar, por situação do domicílio - Rural	1.032,21	804,51	660,46	645,44	671,41	733,64	575,72	651,09
Valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios particulares permanentes com rendimento domiciliar, por situação do domicílio - Urbana	2.577,57	1.207,15	2.235,04	807,76	934,03	1.450,74	1.154,17	1.124,14
Valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares permanentes - Rural	219,83	177,5	133,75	133,33	150	141,75	102	124
Valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares permanentes - Urbana	376,55	306,67	333,33	222	232	275	255	255
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - 2010 (IDHM 2010)	0,697	0,588	0,659	0,577	0,58	0,586	0,565	0,544

3. ANÁLISE DE DADOS: PROJEÇÃO DE DEMANDA

3.1 Projeção de demanda segundo o PAEBA

Na tentativa de encontrar outros parâmetros que se relacionassem com a demanda de passageiros afim de se projetar uma demanda na cidade de Senhor do Bonfim, encontrou-se no PAEBA 2001, plano aerooviário do estado da Bahia, uma fórmula para se projetar a demanda de passageiros em determinadas cidades. Segundo o estudo, a única variável explicativa para a demanda de passageiros é o consumo de energia elétrica da região. Foi escolhido o consumo de energia elétrica por ser uma forma de se medir a atividade econômica de uma região.

Aplicando a fórmula a aeroportos que já possuem voos regulares e comparando os dados da fórmula de projeção com os dados reais das séries históricas de passageiros nestes aeroportos concluímos que a fórmula destacada não se aplica, pois superestima a demanda em alguns casos e em outros subestima em grande proporção. Além disso, o consumo de energia elétrica não é um índice de fácil projeção, tendo grandes variações de ano para ano devido ao consumo industrial ser sazonal.

$$\text{Ln PAX}_{\text{DRCS}} = -1,9661669 + 0,944152 \text{ Ln ENERGIA}$$

$t = -1,79$ $t = 9,55$

$R^2 = 0,71$ $DW = 1,56$ onde

$\text{Ln PAX}_{\text{DRCS}}$ = Logaritmo natural (neperiano) do tráfego anual de passageiros embarcados e desembarcados em vôos regulares regionais no aeroporto.

Ln ENERGIA = Logaritmo natural da soma dos consumos anuais de energia elétrica residencial, comercial e industrial do município e sua área de influência.

Figura 11 - Equação de projeção de demanda de passageiros (PAEBA 2001)

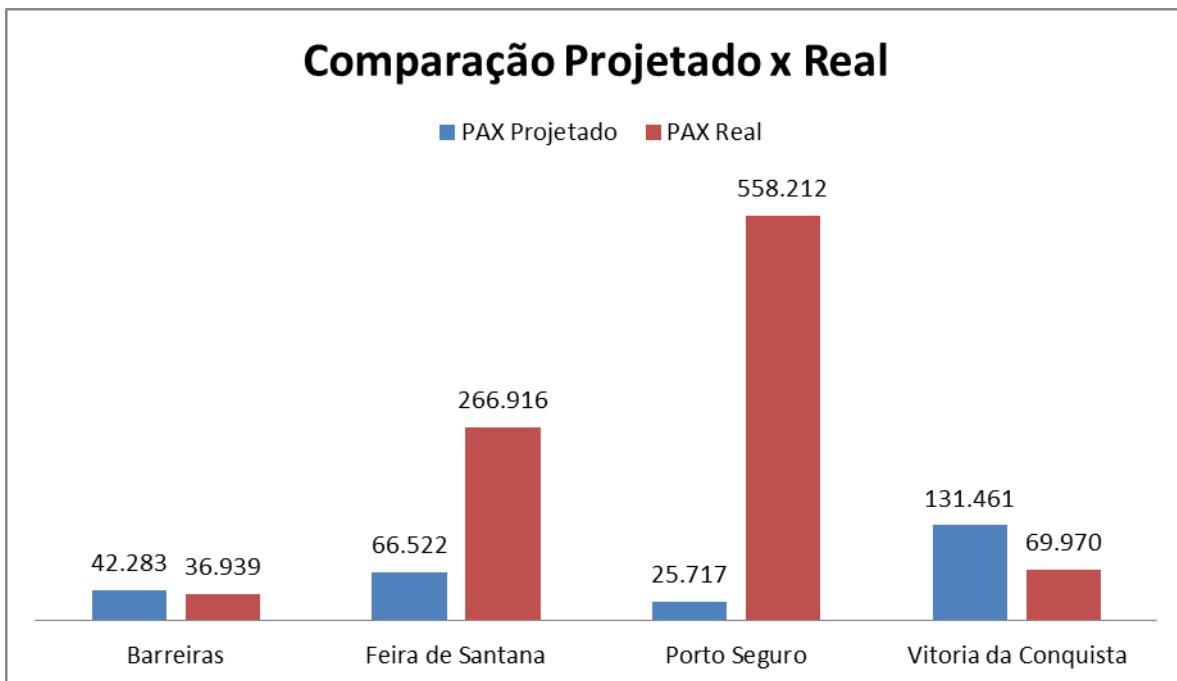


Figura 12 - Comparação da demanda projetada (PAEBA) com a real em 2011

3.2 Relacionando PIB com demanda de passageiros

Tratar o problema de estimar a demanda de passageiros de um futuro aeroporto, procurou-se identificar a relação entre o PIB e a demanda aeroportuária em aeroportos que funcionam com voos regulares. Para tanto, observou-se os dados históricos de demanda de passageiros dos aeroportos da região nordeste com menos de 2 milhões de passageiros embarcados e desembarcados e os dados de PIB entre os anos de 2007 à 2011 das cidades destes aeroportos. Pelos dados observados na Figura 13, nota-se a relação entre crescimento do número de passageiros com o crescimento do PIB do município.

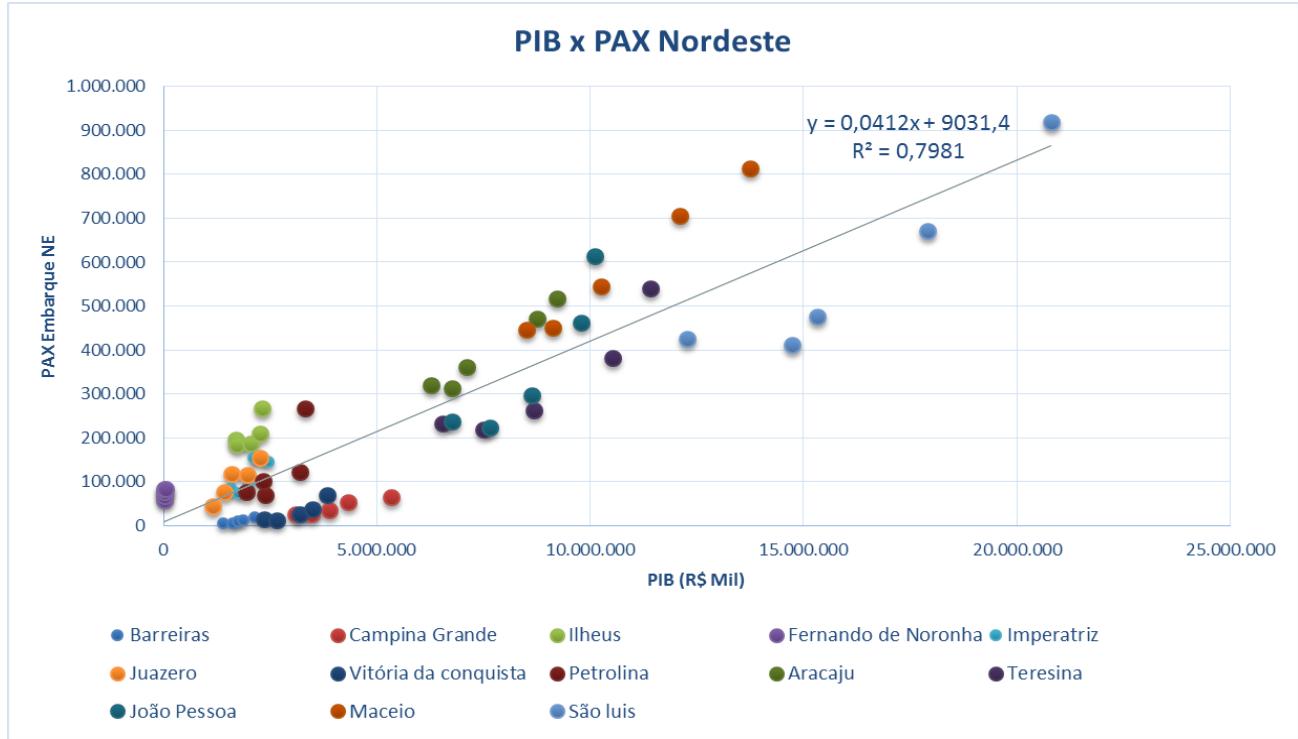


Figura 13 - PIB x PAX dos Aeroportos do Nordeste de 2008 à 2011

Fonte: IBGE para PIB e ANAC para PAX

Tabela 2 - Série histórica de aeroportos do Nordeste
Fonte: IBGE para PIB e ANAC para PAX

AERO-PORTO	2007		2008		2009		2010		2011	
	PIB R\$ MIL	PAX	PIB R\$ MIL	PAX	PIB R\$ MIL	PAX	PIB R\$ MIL	PAX	PIB R\$ MIL	PAX
Barreiras	1.402.385	11.526	1.629.842	10.716	1.741.342	19.082	1.855.742	25.110	2.133.238	36.938
Campina Grande	3.098.299	53.900	3.458.055	52.192	3.894.565	72.940	4.335.297	109.444	5.339.761	129.856
Vitória da conquista	2.363.426	28.938	2.650.249	25.516	3.190.123	52.404	3.491.076	74.348	3.836.498	139.940
Fernando de Noronha	21.528	116.920	23.139	135.470	27.960	152.578	33.682	166.316	38.747	167.910
Imperatriz	1.561.818	171.308	1.740.780	149.586	2.001.085	179.730	2.119.619	310.736	2.456.381	291.970
Juazeiro	1.164.673	88.470	1.413.194	151.906	1.587.641	237.798	1.966.331	232.742	2.249.645	308.514
Ilheus	1.704.985	393.322	1.716.230	369.968	2.034.654	372.422	2.255.605	421.082	2.315.540	533.832
Petrolina	1.932.517	155.338	2.375.492	142.056	2.324.726	204.434	3.188.898	247.406	3.310.559	535.118
Aracaju	6.268.972	639.944	6.759.420	625.692	7.104.252	720.784	8.748.078	944.942	9.222.818	1.036.176
Teresina	6.536.373	466.964	7.505.653	437.692	8.688.475	527.644	10.530.316	763.814	11.403.516	1.079.406
João Pessoa	6.759.232	477.012	7.658.165	446.176	8.628.421	593.904	9.790.347	924.258	10.107.596	1.229.054
Maceio	8.510.435	892.156	9.125.210	900.756	10.257.022	1.089.838	12.098.885	1.410.700	13.743.391	1.626.584
São Luis	12.272.006	849.160	14.720.891	824.372	15.323.512	950.276	17.915.048	1.341.280	20.798.001	1.836.102

Nota-se que a demanda de passageiros está relacionada com o PIB da região, porém essa relação depende das características específicas de cada aeroporto, e por isso encontramos uma dispersão de aproximadamente R^2 de 0,80 para todo o conjunto de aeroportos, o que aponta para a necessidade de uma análise de cada aeroporto *per si*.

De fato, na Figura 14 ficam explícitas essas diferentes relações entre PIB e demanda para alguns aeroportos regionais do Estado do Nordeste.

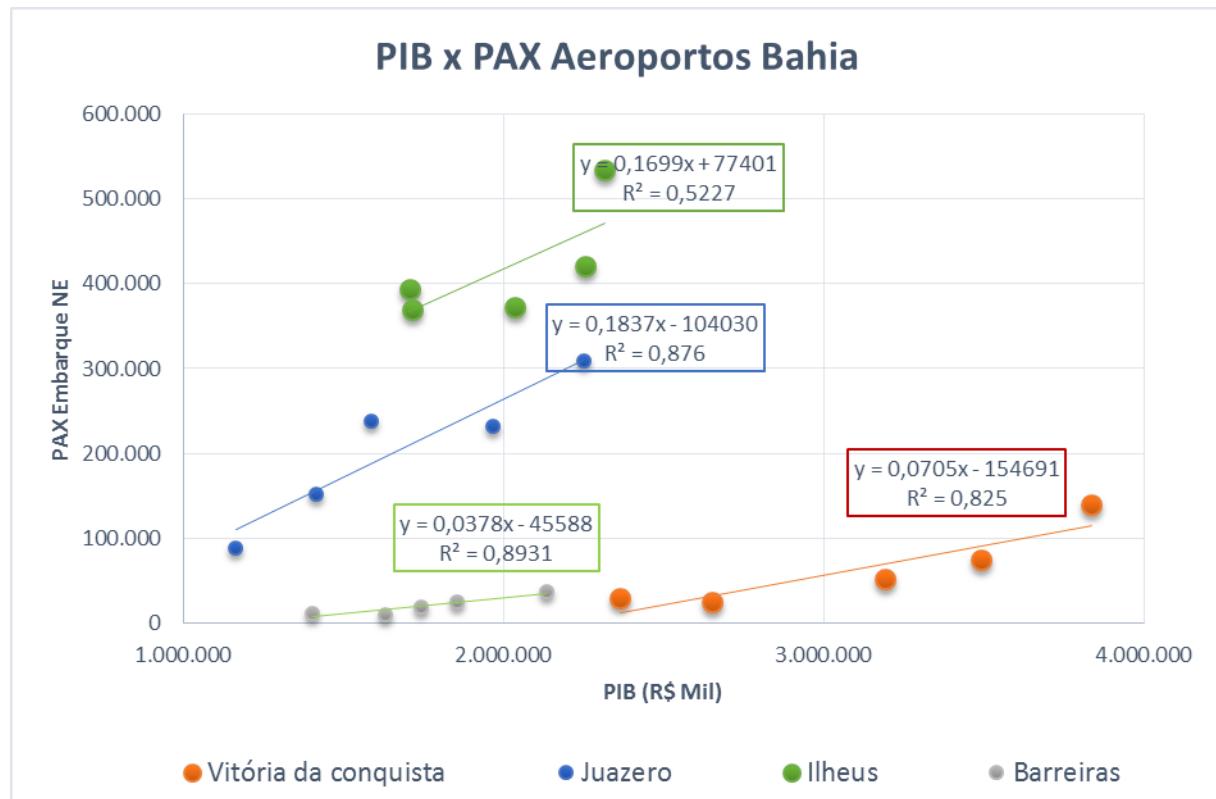


Figura 14 - Relação entre passageiros e PIB de Aeroportos no Nordeste
Fonte: IBGE para PIB e ANAC para PAX

A seguir se fez uma análise da relação de passageiros embarcados e desembarcados e PIB em milhões de reais de alguns aeroportos brasileiros. A partir da Tabela 3, podemos notar:

- Para aeroportos com demandas menores que 150.000 passageiros anuais (PAX) a relação PAX/PIB varia entre 17 e 36;
- Os aeroportos de São José dos Campos e de Joinville apresentam relação PAX/PIB baixa, o que pode ser justificado pela proximidade desses aeroportos com grandes aeroportos internacionais, com grandes ofertas de voos.

Tabela 3 - Relações PAX/PIB de aeroportos do Brasil

Aeroporto	PIB 2011 (Milhões)	PAX	PAX/PIB
SNBR - Aeroporto de Barreiras	2.133	36.938	17
SBKG - Aeroporto de Campina Grande	5.340	129.856	24
SBUR - Aeroporto de Uberaba	7.964	133.292	17
SBQV - Aeroporto de Vitória da conquista	3.836	139.940	36
SBSJ - Aeroporto de São José dos Campos	25.212	236.084	9
SBIZ - Aeroporto de Imperatriz	2.456	291.970	119
SBML - Aeroporto de Marília	4.340	303.705	70
SBJU - Aeroporto de Juazeiro	2.250	308.514	137
SBJV - Aeroporto de Joinville	18.798	484.769	26
SBIL - Aeroporto de Ilheus	2.316	533.832	231
SBPL - Aeroporto de Petrolina	3.311	535.118	162
SBAU - Aeroporto de Araçatuba	3.901	710.541	182
SBUL - Aeroporto de Uberlândia	18.673	907.288	49
SBLO - Aeroporto de Londrina	10.773	961.876	89
SBCG - Aeroporto Internacional de Campo Grande	15.722	1.515.540	96

Considerando que a relação PAX/PIB para Senhor do Bonfim deve ter comportamento parecido com o que ocorre em cidades com quantidade de passageiros em voos regulares menores 150.000, vamos considerar dois cenários, um pessimista com PAX/PIB igual a 20, e um outro cenário otimista com PAX/PIB igual a 30, deste modo temos:

Tabela 4 - Estimativa de passageiros para Senhor do Bonfim

Cidade	PIB 2011 (milhões)	Cenário Pessimista		Cenário Otimista	
		PAX/PIB	PAX anual	PAX/PIB	PAX anual
Microrregião Senhor do Bonfim	1.947	20	38.942	30	58.412

3.3. Estimativa de Demanda em Ligações Rodoviárias

Os dados das ligações rodoviárias se configuram como importante parâmetro para a projeção de demanda entre os dois pontos uma vez que determinam a demanda real de viagens entre duas localizações.

Uma pessoa trocaria sua viagem de ônibus por uma viagem de avião por alguns fatores, entre eles distância, valor da passagem de ônibus, valor da passagem de avião, conforto de ambos os meios de transporte, conforto e localização dos terminais de passageiros, etc. A maioria destes é de difícil análise, por se tratar de parâmetros intangíveis.

Atualmente transporte rodoviário interestadual na Microrregião de Senhor do Bonfim é oferecido pela empresa Falcão Real com destinos a Caldeira Grande, Curaca, Feira de Santana, Jacobina, Juazeiro, Junco, Miguel Calmon, Paraíso, Pilar, Salvador, Saúde e Sobradinho. No dia 29/06/2014 realizamos uma pesquisa no site

da empresa a respeito da oferta de ônibus e assentos disponíveis para viagem no dia seguinte.

F
FALCÃO REAL

Bonfim x Salvador - 30/06/2014

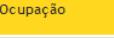
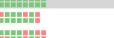
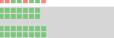
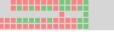
Selezione	Saída	Chegada prevista	Poltronas livres	Preço	Tipo	Serviço	Empresa	Ocupação
<input type="radio"/>	00:15	05:55	20	61,15	COMERCIAL	9940	FAL	
<input type="radio"/>	00:20	05:50	05	144,00	LEITO C/AR	7325	FAL	
<input type="radio"/>	05:50	12:45	16	61,15	COMERCIAL	7551	FAL	
<input type="radio"/>	07:15	12:50	07	90,50	SEMI LEITO	7527	FAL	
<input type="radio"/>	07:30	13:30	01	139,00	BABY CAMA	7398	FAL	
<input type="radio"/>	08:45	15:10	18	90,50	SEMI LEITO	7378	FAL	
<input type="radio"/>	09:30	17:00	35	61,15	COMERCIAL	7352	FAL	
<input type="radio"/>	10:40	18:30	38	61,15	COMERCIAL	7358	FAL	
<input type="radio"/>	13:30	19:30	10	90,50	SEMI LEITO	7526	FAL	
<input type="radio"/>	13:50	20:40	43	61,15	COMERCIAL	7353	FAL	
<input type="radio"/>	14:10	20:20	35	90,50	SEMI LEITO	7375	FAL	
<input type="radio"/>	15:30	20:50	09	139,00	BABY CAMA	7396	FAL	
<input type="radio"/>	19:00	01:20	25	90,50	SEMI LEITO	7382	FAL	
<input type="radio"/>	22:45	04:45	16	61,15	COMERCIAL	7552	FAL	
<input type="radio"/>	22:55	03:40	36	61,15	COMERCIAL	7553	FAL	
<input type="radio"/>	23:00	04:30	19	61,15	COMERCIAL	7365	FAL	
<input type="radio"/>	23:10	04:15	42	81,25	EXECUTIVO	4995	FAL	
<input type="radio"/>	23:35	04:55	24	90,50	SEMI LEITO	7377	FAL	
<input type="radio"/>	23:50	05:30	22	61,15	COMERCIAL	7354	FAL	

Figura 15 - Horários de Saída de Ônibus no dia 30/06/2014, de Senhor do Bonfim para Salvador
Fonte: Falcão Real

É de interesse no que se refere a estudo de potencial de demanda para o futuro aeroporto de Senhor do Bonfim, a oferta de transporte rodoviário para distâncias maiores que 300 km ou de tempos de viagens superiores a 4 horas. Nestas condições é possível identificar dois destinos/orígens principais a partir da Microrregião; Salvador com uma distância de 377 km e um tempo médio de viagem de 6 horas; Feira de Santana com uma distância de 266 km e tempo médio de viagem de 5 horas conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Oferta diário de Transporte Rodoviário na Microrregião – Base de dados Falcão Real

Origem		Destino									
		Salvador					Feira de Santana				
		Distância (km)	Duração	Onibus /dia	Lugares	Preço (R\$)	Distância (km)	Duração	Onibus /dia	Lugares	Preço (R\$)
Campo Formoso	407	6:31	4	148	81,13	291	5:14	4	148	59,39	
Filadélfia	361	6:15	1	46	56,20						
Jaguarari	408	6:51	7	268	78,19	291	6:00	7	268	57,05	
Ponto Novo	329	6:05	1	46	54,10	215	2:26	1	46	36,30	
Senhor do Bonfim	382	6:21	17	626	86,72	268	5:30	17	654	61,81	
Total Microrregião	377	6:24	30	1134	71,27	266	4:47	29	1116	53,64	
Destino		Origem									
		Salvador					Feira de Santana				
		Distância (km)	Duração	Onibus /dia	Lugares	Preço (R\$)	Distância (km)	Duração	Onibus /dia	Lugares	Preço (R\$)
Campo Formoso	407	6:31	4	148	78,64	291	5:35	4	148	57,48	
Filadélfia	361	6:03	8	374	58,50						
Jaguarari	408	6:32	9	386	77,71	291	6:14	10	432	55,69	
Ponto Novo	329	5:55	8	376	56,31	215	4:53	9	419	37,59	
Senhor do Bonfim	382	6:16	17	636	86,12	268	5:00	18	702	60,43	
Total Microrregião	377	6:15	46	1920	71,45	266	5:26	41	1701	52,80	

Com base nos dados levantados com a empresa Falcão Real, e adotando como premissa que a demanda diária se repete 6 vezes por semana com 70% de aproveitamento chegamos nos valores de demanda anual rodoviária apresentada na tabela abaixo. A partir da demanda anual é proposto uma estimativa pessimista, intermediaria e otimista de passageiros que substituirão transporte rodoviário pelo aéreo.

Tabela 6 - Estimativa de Passageiros para Senhor do Bonfim a partir da demanda rodoviária

	Demandas Anuais Rodoviárias (2014) Embarque e Desembarque	Cenário Pessimista	Cenário intermediário	Cenário Otimista
Salvador / Microrregião	668.826	2%	13.377	5% 33.441
Feira de Santana / Microrregião	616.923	2%	12.338	5% 30.846
Total	1.285.749		25.715	64.287
				128.575

Devido à distância, tempo de viagem e preço das passagens e por ser capital do Estado, iremos adotar apenas a ligação entre Salvador e a Microrregião de Senhor do Bonfim como potencial de demanda o futuro aeroporto. Notamos também que as demandas nos cenários acima estão dentro da faixa de valores encontrados na Tabela 4, conforme Figura 16.



Figura 16 - Comparação entre faixas estimadas de demanda

3.4. Estimativa de Demanda Futura

Com base nos cenários anteriores, é possível projetar a demanda para os próximos 20 anos, a partir do crescimento anual do PIB. Como já demonstrado na Figura 8, o PIB da Microrregião teve um crescimento de 8% entre os anos de 2010 e 2011. Com a premissa que esse crescimento se mantenha nos próximos anos, obtemos a projeção apresentada na Figura 17.

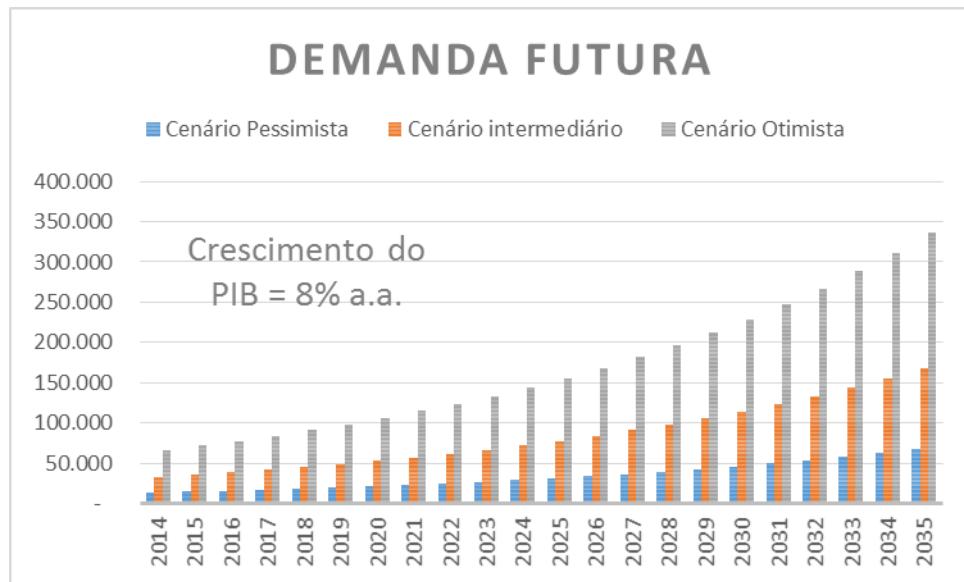


Figura 17 - Demanda Futura para Cenários Otimista, intermediário e Pessimista

Em resumo, podemos esperar uma demanda no ano de 2035 levando em consideração os três cenários, conforme Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 - Estimativa projetada de passageiros em embarque e desembarque

	Anual		Diária	
	2014	2035	2014	2035
Cenário Pessimista	13.377	67.338	37	184
Cenário intermediário	33.441	168.338	92	461
Cenário Otimista	66.883	336.676	183	922

3.5. Análise da demanda projetada

A estimativa da demanda do futuro aeroporto é fundamental para que o projeto atenda de maneira adequada os passageiros, de forma otimizada e racional. As análises de demanda permitirão projetar o tamanho da pista de decolagem e pouso, bem como o pátio de manobra, hangares e terminal de passageiro.

Partindo da premissa que a demanda diária encontrada se dividirá igualmente entre passageiros embarcados e desembarcados e ainda considerando um aproveitamento de 60% para o horizonte de implantação e 70% para o horizonte de expansão, obtemos o número de assentos diários necessários para atender o aeroporto, conforme Tabela 8 abaixo.

Tabela 8 - Assentos diários necessários

	Horizonte de implantação 2014			Horizonte de expansão 2035		
	Pax diário total	Embarque ou Desembarque diário	Assentos diário Necessários	Pax diário total	Embarque ou Desembarque diário	Assentos diário Necessários
Pessimista	37	19	31	184	92	131
Intermediário	92	46	77	461	231	329
Otimista	193	97	161	922	461	659

Ao analisarmos Tabela 8, verifica-se que a região tem demanda potencial para a implantação de um aeroporto de pequeno porte com um cenário de expansão futura.

4. Dimensionamento do Aeródromo

4.1 Aeronave Tipo

O primeiro passo para o dimensionamento do aeródromo é verificar qual o tipo de aeronave que irá pousar no aeroporto. Está será determinada a partir da demanda estimada na Tabela 8 para o aeroporto. Trabalhando com os cenários pessimistas e intermediário e com a premissa que teremos um voo diário para o horizonte de implantação, relacionamos abaixo algumas aeronaves que atendem a aviação regional.

Tabela 9 - Quantidade de Assentos disponíveis

	Assentos
ATR 72	66
EMB120	30
EMB195	118
EMB175	86

Selecionamos então os aviões ATR-72 e EMB120 como possíveis de operar em Senhor do Bonfim com um voo diário no horizonte de implantação e os aviões EMB-175 e EMB-195 para operar em um horizonte de expansão com 2 voos diários.

4.2 Tamanho da Pista de Rolamento

Para determinar o comprimento de pista necessário, foi consultado o manual de operação das aeronaves selecionadas na Tabela 9. Para cada tipo de avião existe um gráfico Peso Máximo de Decolagem (“PMD”) x Pista Necessária. O PMD depende além das características de cada aeronave, da distância a ser percorrida e da altitude aeroporto.

Sendo que para fins deste estudo foi considerado o distância a ser percorrida o trecho entre Salvador e Senhor do Bonfim equivalente a 375 quilômetros e altitude em 520 metros.

Com estas informações, é possível determinar a o comprimento de pista necessária para decolagem de cada avião.

Tabela 10 - Tipo de Avião x Pista Necessária

		Payload(ton)	PMD (ton)	PZC (ton)	PBO (ton)	Pista (ISA) (m)	Pista (ISA+15) (m)
ATR 72		7,5	21,5	19,7	12,2	1430	1450
EMB-120 (Brasília)	PW118RT	3,28	11,5	10,5	7,23	1600	1800
	PW118ER	3,28	11,99	10,9	7,628	1850	2100
	PWA118RT	3,28	11,5	10,5	7,23	1500	1550
	PWA118ER	3,28	11,99	10,9	7,628	1650	1750
EMB-195	1	13,8	48,79	42,5	28,7	1700	1750
	2	13,8	50,79	42,5	28,7	1750	1850
	3	13,8	52,29	42,6	28,7	1800	1900
EMB-175		8,9	37,2	29,6	20,7	1700	2350

A pista foi determinada para o nível de calor ISA+15 mais adequado para o clima tropical de Senhor do Bonfim, já que ISA representa a temperatura de 15° ao nível do mar. Isto influencia o tamanho da pista na medida que a densidade do ar é menor em altas temperaturas, aumentando a pista necessária para cada avião.

Analisando a Tabela 10 verificamos que o avião ATR-72, requer a menor pista de decolagem necessária (1.450 metros) e portanto adotaremos este modelo como avião-tipo afim de viabilizar economicamente a implantação do aeródromo. Para o horizonte de expansão adotaremos como avião-tipo o modelo EMB-170, por este necessitar do comprimento de pista mais crítico que os demais (2.350 metros), possibilitando assim a operação de diversas aeronaves no aeroporto. A pista projetada para o horizonte de expansão é para garantir o espaço patrimonial para uma possível expansão, dificilmente chegando a esta metragem em um horizonte futuro de demanda. Sendo o aeroporto de Senhor do Bonfim de vocação regional, muito provavelmente a pista de rolamento não ultrapassará os 2.000 m.



Figura 18 - ATR 72 - Trip



Figura 19 - EMB 175

Tabela 11 - Especificações para cada aeronave

	Comprimento	Envergadura	Altura da empenagem	Distancia entre os trens de pouso	Carga paga máxima	Capacidade do tanque
ATR 72	27m	27m	7,3m	4,1m	7.150kg	6.370L
EMB 175	31,6m	26m	9,8m	5,2m	10.200kg	11.625L

4.3 Dimensionamento Subsistemas do Aeródromo

A partir da definição do avião tipo para os horizontes de implantação e futuro (20 anos), foi realizado o pré-dimensionamento dos principais subsistemas do aeródromo são eles: pista de pouso e decolagem, pista de táxi, estacionamento de aeronaves e terminal de passageiros. Para tal, foi utilizado como apoio o ICAO – Anexo 14 e o RBAC.

4.3.1 ICAO – Anexo 14 e RBAC

A Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) é uma agência especializada das Nações Unidas, criado em 1944, após a assinatura da Convenção sobre a Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago).

ICAO trabalha com a Convenção e com 191 Estados-membros e organizações de aviação globais para desenvolver padrões internacionais e práticas recomendadas (SARP) que os Estados utilizam como referência ao desenvolver os seus regulamentos nacionais juridicamente vinculativos da aviação civil. Existem

atualmente mais de 10.000 SARP refletido nos 19 anexos da Convenção de Chicago.

Para fins deste trabalho, foi utilizado como referencia o Anexo 14 – Volume 1– Aeródromos da ICAO que dista sobre especificações e recomendações para o planejamento de aeroportos. Estão incluidas neste anexo, desde padrões dimensionais, como largura de pista e superfícies de segurança, até detalhes como o tempo que deve demorar para prestação de serviços, fonte de alimentação secundário, aspectos de engenharia civil para a iluminação, prestação de serviços mais modernos, equipamentos para resgate e combate a incêndios e às exigências simples para reduzir o perigo representado pelas aves nos aeroportos.

Com base na ICAO, foi desenvolvido pela ANAC, Agencia Nacional de Aviação Civil, o Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil – RBAC. O RABAC nº 154 emenda nº 000, tem como finalidade estabelecer os requisitos mínimos para o Projeto de Aeródromos.

De uma maneira geral, a ANAC atraves do RBAC Nº154 adotou como norma, não só as especificações contidas no Anexo 14 da ICAO, como tambem todas as recomendações mencionadas. Desta forma o desenvolvimento de projetos de aeródromos no cenário brasileiro é mais restritivo se comparado ao resto do mundo, o que exige maiores custos e maior complexidade logistica.

4.3.2 Classificação do Aeródromo

Para o pré-dimensiomento do sitio aeroportuário atraves da ICAO e do RBAC, o primeiro passo é classificar o aeroporto a partir de um Código de Referencia. Esse código de referencia tem como finalidade oferecer um método simples de interrelacionar as diversas especificações sobre as características do aeródromo. O código é composto de dois elementos que relaciona as características de desempenho e as dimensões da aeronave. A especificação está relacionada com a combinação dos dois elementos do código, considerando o que for mais crítico.

Tabela A-1 Código de referência do aeródromo

Número do código	Comprimento básico de pista requerido pela aeronave	Elemento 1 do Código		Elemento 2 do Código	
		(1)	(2)	(3)	(4)
1	Inferior a 800 m.		A	Inferior a 15 m.	Inferior a 4,5 m.
2	De 800 m a 1200 m exclusive.		B	De 15 m a 24 m exclusive.	De 4,5 m a 6 m exclusive.
3	De 1200 m a 1800 m exclusive.		C	De 24 m a 36 m exclusive.	De 6 m a 9 m exclusive.
4	1800 m e acima.		D	De 36 m a 52 m exclusive.	De 9 m a 14 m exclusive.
			E	De 52 m a 65 m Exclusive.	De 9 m a 14 m exclusive.
			F	De 65 m a 80 m exclusive.	De 14 m a 16 m exclusive.

^a. Distância entre as bordas externas das rodas do trem de pouso principal.

Figura 20 - Código de Referência do aeródromo

Fonte: RBAC 14

Para o pretendido aeródromo em Senhor do Bonfim, como já foi visto anteriormente, o avião critico de projeto para fase de implantação é o ATR-72, cuja pista de decolagem necessária é 1.450 m, a envergadura é 27m, e a distancia entre rodas é 4,1m. Assim de acordo com a Figura 20 o código de referencia é **3C**.

Para o horizonte futuro o avião critico é o EMB-170, cuja pista de decolagem necessária é 2.350 m, a envergadura é 28m, e a distancia entre rodas é 5,2m. Assim de acordo com a Figura 20 - Código de Referência do aeródromo o código de referencia é **4C**.

4.3.3 Dimensões de Pista

4.3.3.1 Largura de Pista

A partir do código de referencia, no RBAC 154.201 (d), determinamos a dimensão minima de largura de pista a ser adotada nas duas fases de projeto, sendo que em ambas as fase foram projetadas para apenas uma pista de pouso e decolagem e pista de aproximação de não-precisão.

Para o horizonte inicial, código 3C, de acordo com a Figura 21, necessitamos de uma pista com largura pista mínima de 30 m. Para o horizonte futuro, precisamos planejar uma expansão da largura de pista em 15 m, alcançando os 45 m de requisito mínimo para aeródromos de código 4C.

Número do código	Letra do código					
	A	B	C	D	E	F
1 ^a	18 m	18 m	23 m	—	—	—
2 ^a	23 m	23 m	30 m	—	—	—
3	30 m	30 m	30 m	45 m	—	—
4	—	—	45 m	45 m	45 m	60 m

^a A largura de uma pista de aproximação de precisão não deve ser inferior a 30 m quando o número de código for 1 ou 2.

Figura 21- Largura de pistas de pouso e decolagem
Fonte: RBAC

4.3.3.2 Faixas de Pista de Pouso e Decolagem

Segundo o RBAC 154.207 – item (2) “Uma faixa de pista deve estender-se antes da cabeceira e após o fim da pista ou da zona de parada a uma distância de, no mínimo: 60 m, onde o número de código for 2, 3 ou 4;” e item (3) “Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de não-precisão deve estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância de, no mínimo: 150 m, onde o número de código for 3 ou 4;”

4.3.3.3 Área de Segurança de Fim de Pista (RESA)

Segundo RBAC 154.209 – item (2) “Para uma nova pista, construída a partir da data de publicação deste RBAC, a RESA deve estender-se a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de, no mínimo: 240 m; onde o número de código for 3 ou 4;” e item (3) “A largura de uma RESA deve ser, no mínimo, o dobro da largura da pista a que está associada.”

4.3.3.4 Layout da Pista

A partir das especificações obtidas nos itens acima, é possível determinar um primeiro layout contendo as dimensões mínimas para as pistas de pouso e decolagem no horizonte de implantação (Figura 22) e no horizonte futuro (Figura 23).

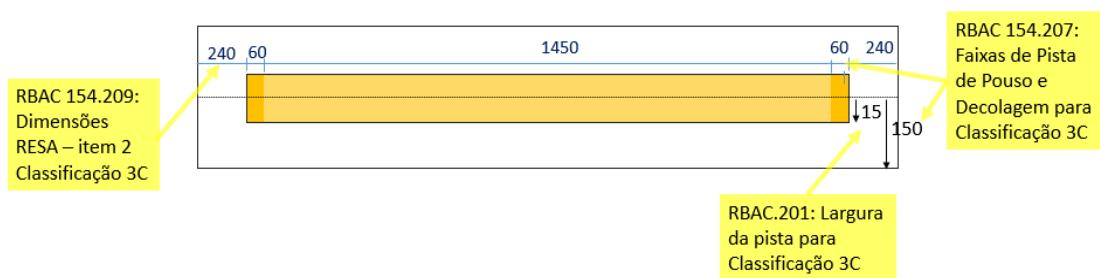


Figura 22 - Layout Pista - Horizonte de implantação

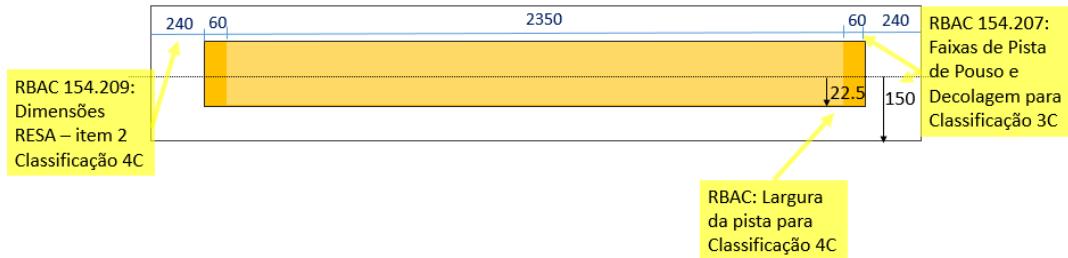


Figura 23 - Layout Pista - Horizonte Futuro

4.3.4 Pista de Táxi

Pista de táxi são vias específicas que possibilitam a circulação das aeronaves na ligação em entre pista e pátio, e entre os componentes secundários do aeródromo.

Partindo da disposição geral do RBAC 154.217 que diz “As pistas de táxi devem ser disponibilizadas para permitir a movimentação segura e rápida de aeronaves” e seguindo orientação do PAEBA2001, foi adotada para pista de táxi a configuração de sistema mínimo, composto de turnarounds em ambas as cabeceiras e uma ligação direta da pista ao pátio, prevendo porém a incorporação futura de uma pista de taxi paralela a pista.

A diferença na faixa de pista para os dois horizontes se diferencia apenas pela largura da faixa de pista, que passa de 15 metros na classe 3 para 18 metros na classe 4.

Grupo de Aeronaves	Largura (m)	Distância entre Eixo da Pista de Pouso e Eixo da Pista de Rolamento (m)		Distância entre eixo da Pista de Rolamento e Borda do Pátio (m)
		VFR	IFR	
1	7,5	52,0	87,0	21,5
2	10,5	93,0	168,0	26,0
3	15,0	93,0	168,0	26,0
4	18,0	93,0	168,0	26,0

Figura 24 – Dimensões Pista de Táxi

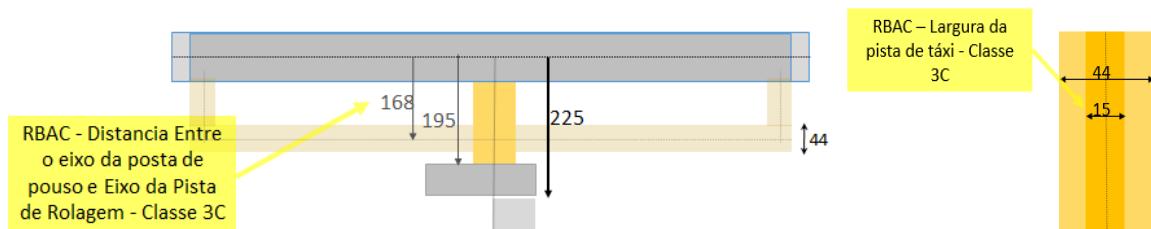


Figura 25 - Layout Pista de Táxi - Horizonte de Implantação

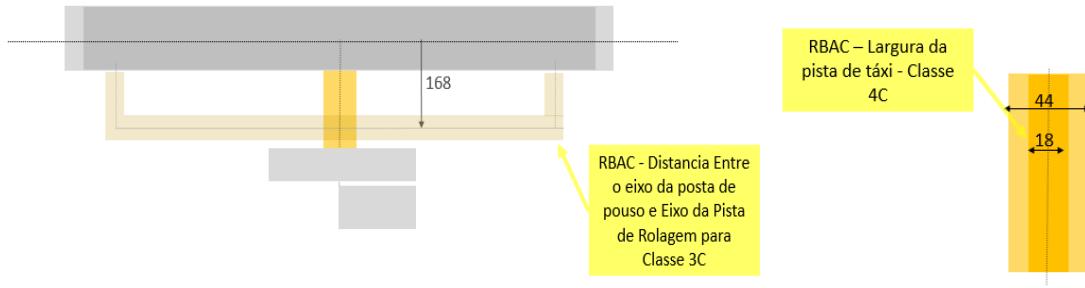


Figura 26 - Layout Pista de Táxi - Horizonte Futuro

4.3.5 Pátio de Aeronaves

Pátio de Aeronaves se refere a área onde o avião deve permanecer estacionado enquanto aguarda o embarque e desembarque de passageiros, carga e descarga ou o reabastecimento de combustível.

Para fins de dimensionamento foi utilizado o modelo do PAEBA2014 para pátio de aeronaves, que pressupõe módulos com uma área definida para cada classe de aeronaves, conforme figura abaixo.

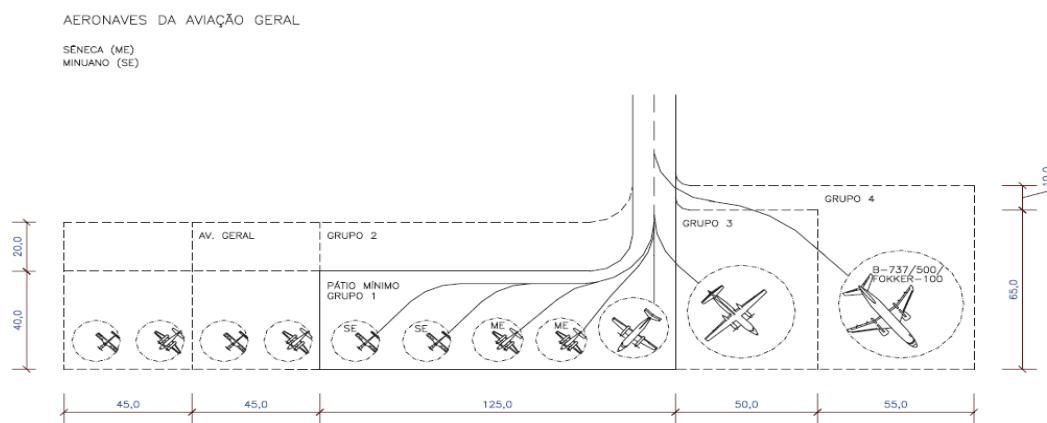


Figura 27 - Pátio de Estacionamento - Dimensões Recomendadas
Fonte: PAEBA 2014

Neste trabalho foi considerado para o horizonte de implantação, um pátio de aeronaves composto de dois módulos destinados a aviação geral e um módulo destinado a aviação regular com dimensões para suportar um avião do grupo 3. Para o horizonte futuro foi considerado a expansão em um módulo para aviação regular, com dimensões para suportar dois aviões do grupo 4.

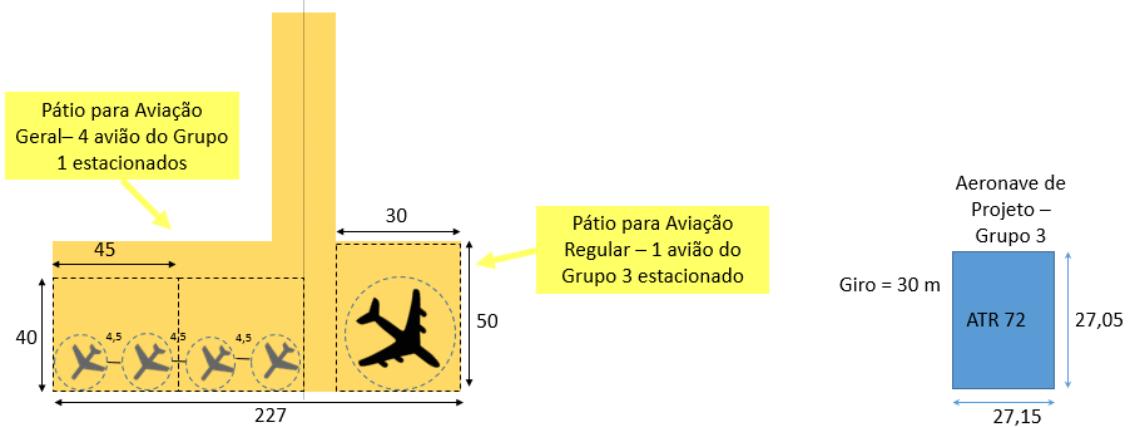


Figura 28 - Pátio de Aeronave - Horizonte de Implantação

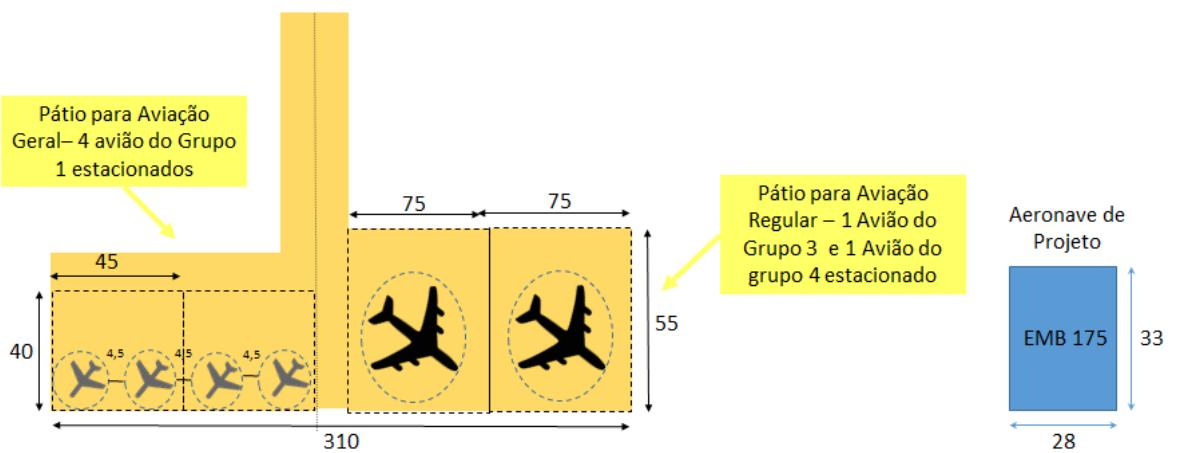


Figura 29 - Pátio de Aeronaves - Horizonte Futuro

4.3.6 Terminal de Passageiros

O terminal de passageiros é a área de interface entre o sistema viário e a aeronave, nele os passageiros e as cargas passam por procedimentos de segurança e aguardam o embarque. O terminal de passageiros contempla alguns elementos obrigatórios que devem estar contidos em qualquer projeto aeroportuário.

A Secretaria de Aviação Civil (“SAC”) recomenda anteprojetos modulares padrão para terminal de passageiros, visando não comprometer significativamente sua evolução com o aumento de demanda. Ela define cada módulo com uma área e capacidade definida, adotando índices de passageiros por metro quadrado descritos Tabela 12.

Mo		Porte	Layout/ Área estimada (m ²) ¹	Conceito - Dados do empreendimento	
Modelo	Capacidade EMBARQUE + DESEMBARQUE			DEMANDA HORA PICO EM 2025	
M0	PEQUENO 		 682m ²	 Até 60 PAX	Até 80 PAX
M1	PEQUENO 		 1.210m ²	 Até 100 PAX	De 81 a 150 PAX
M2	PEQUENO MÉDIO 		 2.160m ²	 Até 200 PAX	De 151 a 300 PAX
M3	MÉDIO 		 3.550m ²	 Até 400 PAX	De 300 a 600 PAX Acima de 600, análise caso a caso

DIMENSIONAMENTO DE TPS – CATEGORIAS PROPOSTAS

Figura 30 - Configurações Modular para Terminal de Passageiros
Fonte: SAC

Tabela 12 - Índice de Aproveitamento Terminal de Passageiros - SAC

Módulo	Área (m ²)	Capacidade (Pax)	Aproveitamento (m ² /Pax)
M0	682	60	11,3
M1	1210	100	12,1
M2	2160	200	10,8
M3	3550	400	8,875

O Terminal de Passageiros necessário, também é descrito no PAEBA2001, onde é definida uma área mínima e máxima necessária de acordo com a classificação da Aeronave e Pax/Hora-Pico.

Tabela 13 - Índice de Aproveitamento Terminal de Passageiros – Fonte base: PAEBA2001

Grupo de Aeronave	Média de Pax/Hora-Pico (BEM + DES)	Área (m ²)		Aproveitamento (m ² /Pax)	
		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
1	24	110	140	4,58	5,83
2	42,5	140	354	3,29	8,33
3	100,5	345	675	3,43	6,72
4	140	675	1050	4,82	7,50

Com base nas Tabela 12 e Tabela 13, podemos notar uma enorme diferença em termos de aproveitamento Pax/m², enquanto a SAC nos sugere um aproveitamento de em média 11,3 m²/Pax o PAEBA2001 utiliza um aproveitamento médio de 5,5 m²/Pax.

Como o aeroporto pretendido em Senhor de Bonfim, como já visto anteriormente é de pequeno porte, com uma demanda de 19 a 46 Pax/Hora-Pico em média (Tabela 7), considerando que as unicas pessoas que ocupam o terminal são as que estão embarcando ou desembarcando, adotaremos neste trabalho a metodologia utilizada pelo PAEBA 2014.

O PAEBA 2014 propõe dois terminais de menor porte para atender aeroportos de menor porte. Adotando a mesma terminologia da SAC, os terminais M-2 e M-1 são menores que os módulos maiores da SAC e com índice de passageiros por metro quadrado menor.

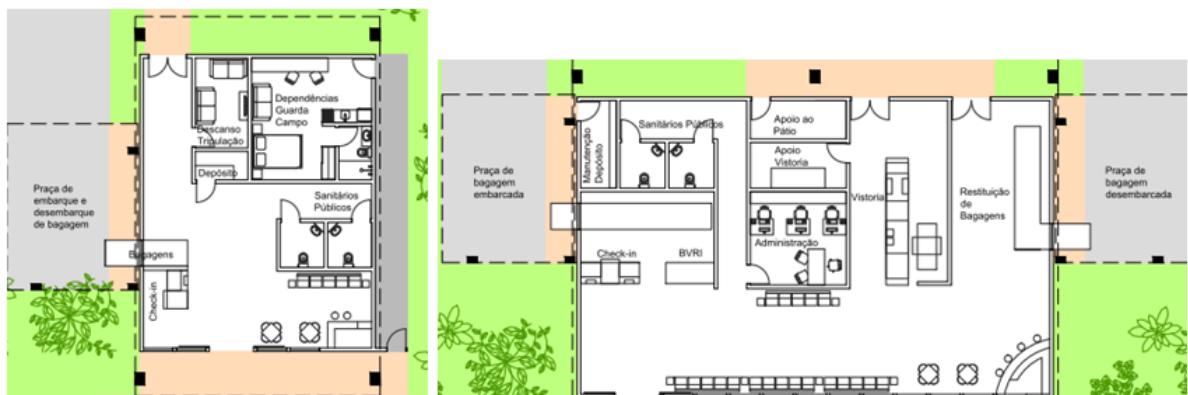


Figura 31 - Layout Terminal de Passageiros (M-2 e M-1 respectivamente)
Fonte: PAEBA2014

4.3.7 SESCINC

O sistema de combate à incêndio é um item obrigatorio dentro de qualquer aeroporto. O tamanho do SESCINC vai depender do tamanho da aeronave-tipo do dimensionamento. O Aeroporto é de classe 3 para o projeto inicial e 4 para o projeto de expansão. Para as duas classes os dois projetos são similares, assim o dimensionamento se dara já para o horizonte posterior.

Segundo o ICAO, para esta categoria de aerodromo, é necessario apenas um veiculo de combate à incêndio.

Tabela 14 - Quantidade de veículos de combate à incêndio no SESCINC

Aerodrome category	Rescue and fire fighting vehicles
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	2
7	2
8	3
9	3
10	3

Tabela 15 - Volume de água disponível no SESCINC

Aerodrome category	Foam meeting performance level A		Foam meeting performance level B		Foam meeting performance level C		Complementary agents	
	(1)	Water (L)	Discharge rate foam solution/ minute (L)	Water (L)	Discharge rate foam solution/ minute (L)	Water (L)	Discharge rate foam solution/ minute (L)	Dry chemical powders (kg)
		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	350	350	230	230	160	160	45	2.25
2	1 000	800	670	550	460	360	90	2.25
3	1 800	1 300	1 200	900	820	630	135	2.25
4	3 600	2 600	2 400	1 800	1 700	1 100	135	2.25
5	8 100	4 500	5 400	3 000	3 900	2 200	180	2.25
6	11 800	6 000	7 900	4 000	5 800	2 900	225	2.25
7	18 200	7 900	12 100	5 300	8 800	3 800	225	2.25
8	27 300	10 800	18 200	7 200	12 800	5 100	450	4.5
9	36 400	13 500	24 300	9 000	17 100	6 300	450	4.5
10	48 200	16 600	32 300	11 200	22 800	7 900	450	4.5

Note.— The quantities of water shown in columns 2, 4 and 6 are based on the average overall length of aeroplanes in a given category.

O aumento da pista de pouso e decolagem prevista nesse estudo (1.450m para 2.350m) provoca um aumento no tempo-resposta para atendimento a emergências aeronáuticas.

O Anexo 14 da ICAO define o termo tempo-resposta (*response time*) como o intervalo de tempo entre o primeiro comunicado de emergência e o instante em que o primeiro CCI está preparado para lançar a espuma a uma taxa mínima de pelo menos 50 por cento da taxa prevista na tabela da ICAO.

De acordo com o padrão 9.2.21 do Anexo 14, o tempo-resposta mínimo necessário para qualquer ponto na área de movimentação de aeronaves é de 3 minutos, enquanto a recomendação 9.2.22, propõe que o tempo-resposta seja de 2 minutos.

O SESCINC proposto se encontra no meio do aeródromo de modo que mesmo com a pista de 2.300m o atendimento se dará dentro do proposto. No layout proposto o SESCINC fica ao lado do terminal de passageiros. O veículo de emergência para atender o ponto mais distante do aeroporto tem que percorrer o pátio, a pista de táxi e metade da pista de pouso/decolagem. Esta distância é de 1400m, que percorridos em uma velocidade de 90km/h, o atendimento chegaria em 56 segundos. Estimando que o tempo de resposta do chamado é de 30 segundos, temos que o atendimento ocorre em 86 segundos, dentro do que recomenda o anexo 14 da ICAO.



Figura 32 - Foto do SESCINC em Teixeiras de Freitas - BA



Figura 33 - Foto do SESCINC em Teixeiras de Freitas - BA

As Figura 32 e Figura 33 referem-se ao SESCINC no aeroporto de Teixeira de Freitas – BA. Esta unidade de combate à incêndio é modelo para o que se pretende implantar em Senhor do Bonfim – BA

4.3.8 Superfícies de Segurança

A análise das superfícies de segurança do aeroporto foi fundamentada nos artigos do anexo 14 da ICAO e o RBAC. As superfícies de segurança se somam as faixas de pistas e a área de segurança de fim de pista descrito em 4.3.3.2 e 4.3.3.3

A inclinação das superfícies de transição é de 1:7 e partem do final das faixas de pistas. Elas são definidas através da norma da DCEA. As superfícies de transição definiram o limite em que seria colocado o pátio, uma vez que uma aeronave parada é considerada obstáculo. Foi considerada a altura do modelo EMB-175, que é de 9,8m. Assim, as aeronaves tem que estar estacionadas a uma distância mínima de 220m do eixo da pista. As superfícies de transição também definiram qual o limite de altura dos edifícios ao lado da área patrimonial do aeroporto. Foi considerada uma distância suficientemente grande das cercas do aeroporto para que fosse possível construir um sobrado de 8m ao lado do sitio aeroportuário.

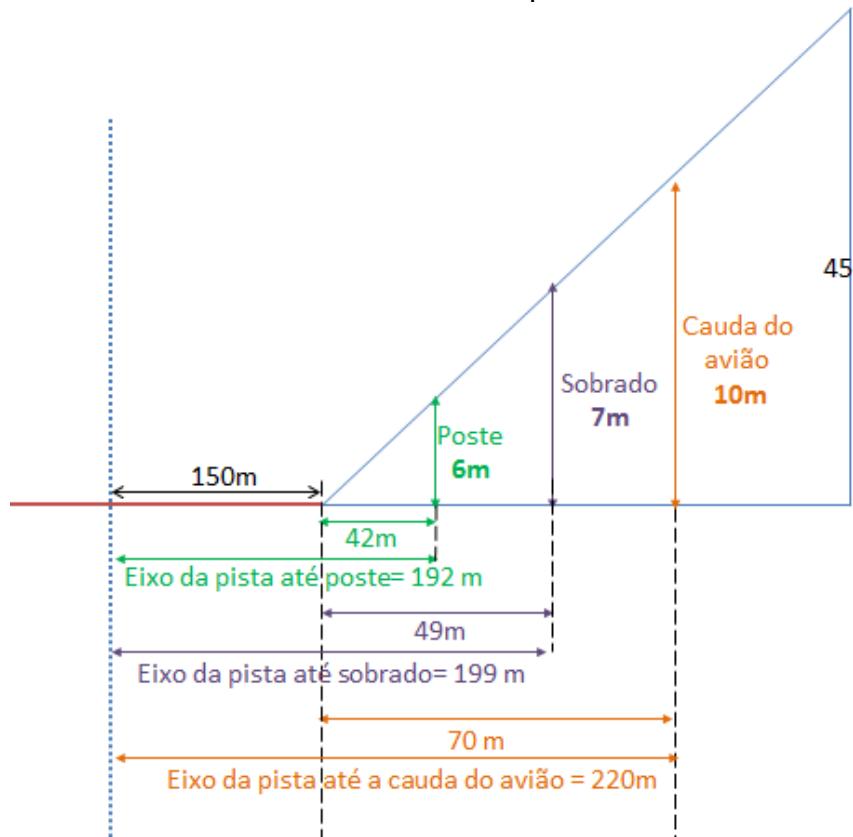


Figura 34 - Esquema da superfície de transição

As superfícies de aproximação têm uma extensão de 15.000 m seguindo uma divergência de 10% da cabeceira da pista, com uma inclinação de 1:50. Esta superfície controla o tamanho dos edifícios que poderão ser construídos no entorno do sitio aeroportuário.

Tabela D-3 Dimensões e rampas da superfície de proteção contra obstáculos

Dimensões das superfícies	Tipo de pista de pouso e decolagem/número de código							
	Não-instrumento Número de código				Instrumento Número de código			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Extensão da borda interna	60 m	80 m ^a	150 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m
Distância da cabeceira	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergência (em cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%
Extensão total	7500 m	7500 m ^b	15000 m	15000 m	7500 m	7500 m ^b	15000 m	15000 m
Rampas								
a) T-VASIS e AT-VASIS	- ^c	1.9°	1.9°	1.9°	-	1.9°	1.9°	1.9°
b) PAPI ^d	-	A-0.57°	A-0.57°	A-0.57°	A-0.57°	A-0.57°	A-0.57°	A-0.57°
c) APAPI ^d	A-0.9°	A-0.9°	-	-	A-0.9°	A-0.9°	-	-

a. Este comprimento deve ser aumentado a 150 m para o T-VASIS ou AT-VASIS.
 b. Este comprimento deve ser aumentado a 15.000 m para o T-VASIS ou AT-VASIS.
 c. Não se especifica nenhuma rampa caso o sistema não seja utilizável em tipo de pista/número de código indicado.
 d. Os ângulos são indicados na Figura 5.19.

Figura 35 - Tabela D-3 da superfície de aproximação - Fonte RBAC

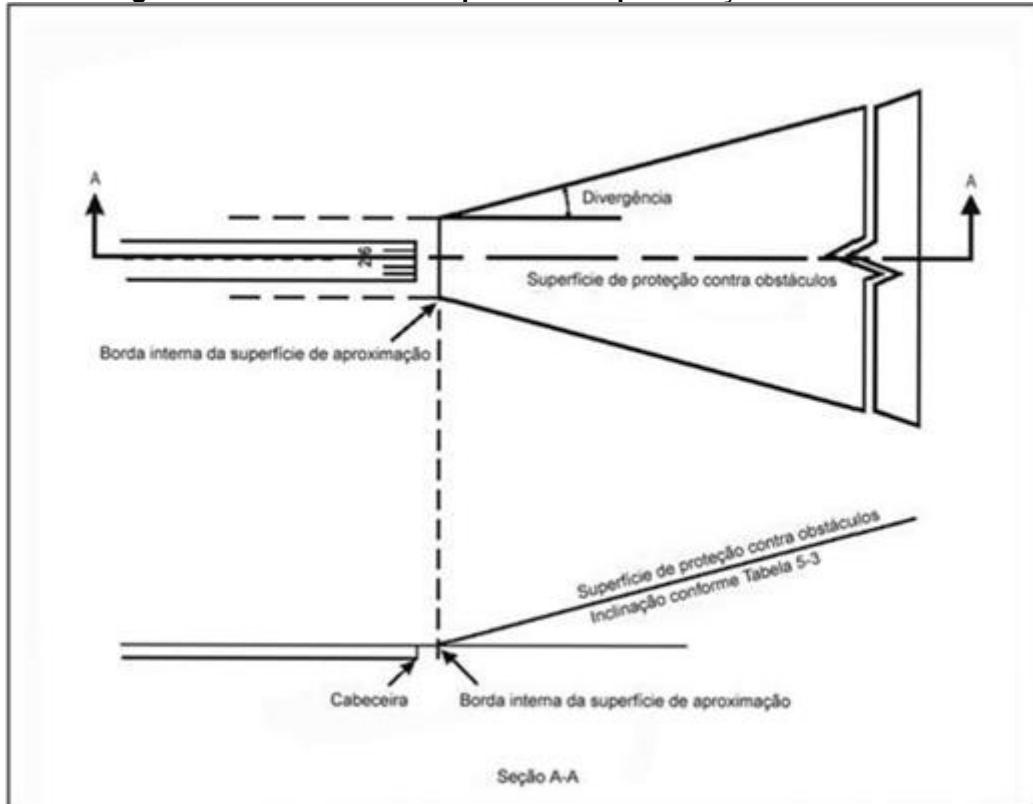


Figura 36 - Esquema da divergência da superfície de aproximação – Fonte: RBAC

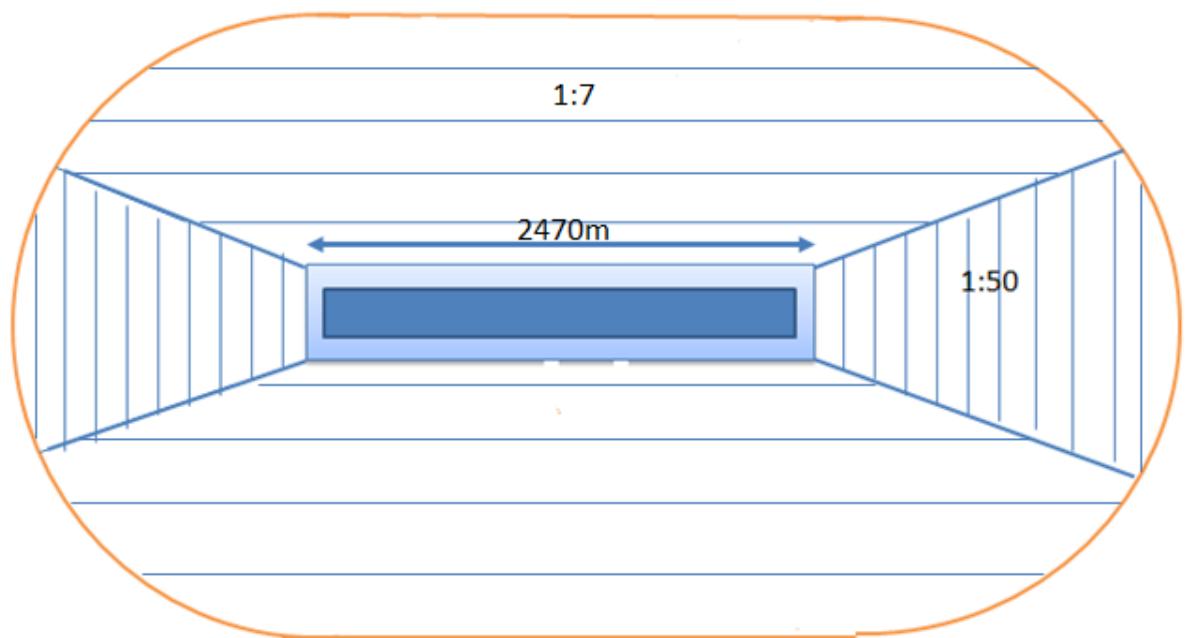


Figura 37 – Esquemas simplificado das superfícies de segurança

5 Layout Proposto

Na figura abaixo, apresentamos o layout proposto com base nas análises realizadas neste estudo. A cerca (linha em vermelho) foi alocada de acordo com a área patrimonial necessária para se garantir a segurança da operação em qualquer fase de operação do aeroporto, para tanto foi adotada as dimensões de pista expandida.

Deste modo, obtivemos uma área patrimonial mínima necessária de 122,4 hectares.

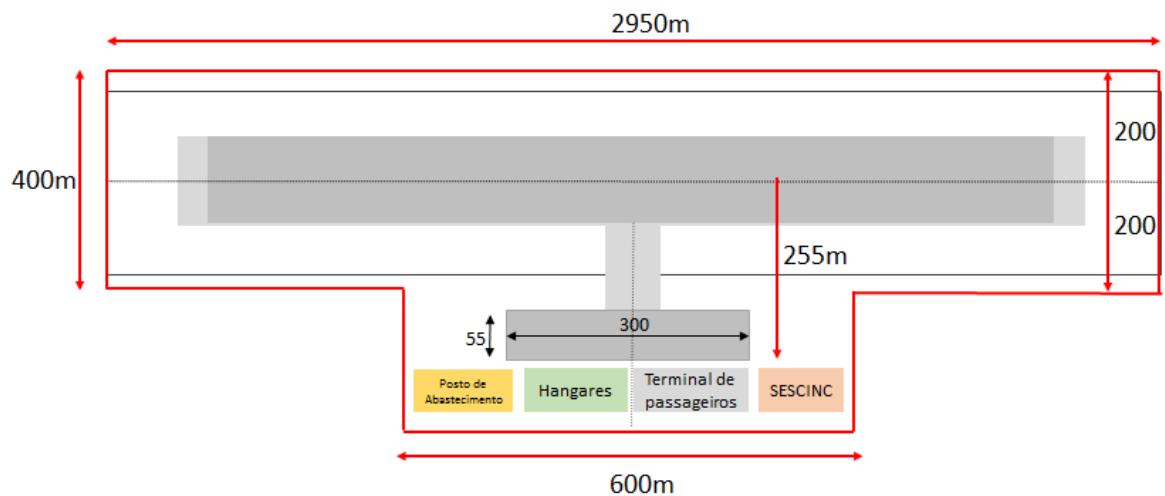
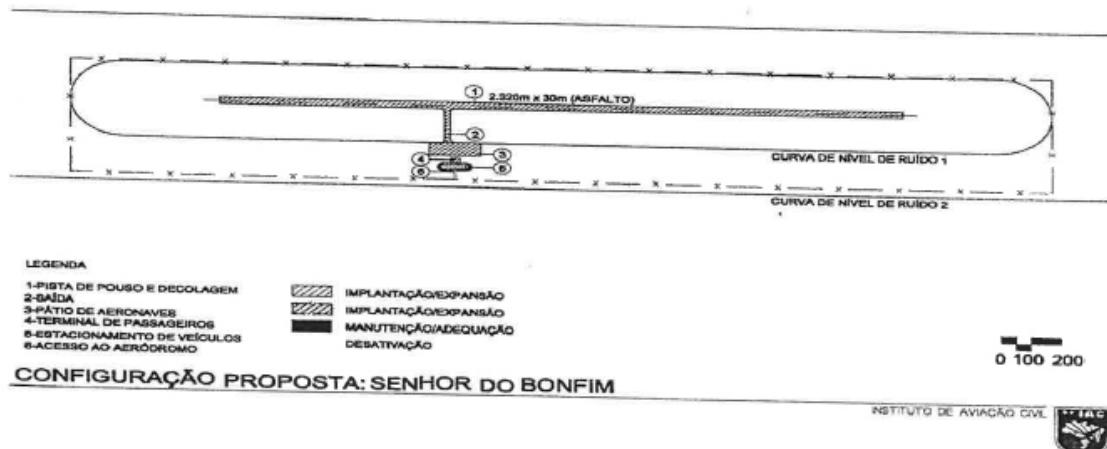


Figura 38 - Esquema do Aeroporto de Senhor do Bonfim

6 Análise Crítica com projetos existentes

O Plano Aeroviário do Estado da Bahia, PAEBA, propõe uma configuração do aeroporto no sítio da Figura 138. No plano, está descrito que para o primeiro horizonte (2002/2006) a implantação de um aeroporto de código 3, para operação IFR (por instrumento), com pista de pouso e decolagem de 2.100 x 30m, pista de saída com 180m x 18m e pátio de estacionamento de aeronaves com 7.500m². Além disso, está previsto a construção de um terminal de passageiros de 345m² e estacionamento de veículos de 800m². Ainda está determinado que para o ultimo horizonte (2021) a ampliação da pista de pouso, do pátio de aeronaves e do terminal de passageiros.



I – Configuração Proposta no plano Aeroviário do Estado da Bahia–PAEBA : Área Patrimonial (3.300 m x 550 m) e Pista de Pouso (2.320 x 30 m).

Figura 39 - Layout proposto pelo PAEBA

Analizando os números propostos pelo governo da Bahia através do PAEBA e números oriundos do dimensionamento obtido item 4 deste trabalho, podemos verificar que são semelhantes, estando as estimativas realizadas pelo primeiro trabalho um pouco superdimensionada no que se refere as áreas de pátio e aérea patrimonial. Porem a diferença mais relevante, seria o comprimento de pista necessária para o horizonte de implantação. A utilização especificamente do ATR-72 nos permitirá uma redução significativa do tamanho de pista, reduzindo assim os custos iniciais da obra.

Tabela 16 - Comparação de projetos

	PAEBA P/ 2001/2002	Projeto Senhor do Bofim
Tipo de Operação	por instrumentos	Não-precisão
Aeronaves	Tipo 3	Tipo 3/4
Avião Tipo		ATR 72/EMB- 175
Pista(m)	2.100 x 30	1.450 x 30
pista saída(m)	180 x 18	163 x 18

Pátio(m²)	7.500	5.400
Expansão	Sim	sim
pista expandida(m)	2.320 x 30	2.350 x 45
Pátio Expandido(m²)	10.750	9.840
RESA(m)		240 X 150
Area patrimonial	181,8 há	122,4 ha

O Governo do Estado da Bahia, em 2007, elaborou através do DERSA, um relatório de análise sobre a construção do novo aeroporto de Senhor do Bonfim – BA. Nele é feito uma ficha de análise de priorização, onde descrevemos os investimentos estimados do aeroporto, para a pista de pouso, pista de taxi, pátio e área patrimonial, além de alocar uma área de 155 ha para implantação do aeródromo.

A área patrimonial pretendida é condizente com o que foi sugerido pelo PAEBA, e pelo que foi analisado neste trabalho. Na Figura 40 mostra a planta apresentada pelo DERSA em seu relatório. A localização no novo sítio está situada a cerca de 12,7 quilômetros do centro de Senhor do Bonfim, em uma área pouco povoada.

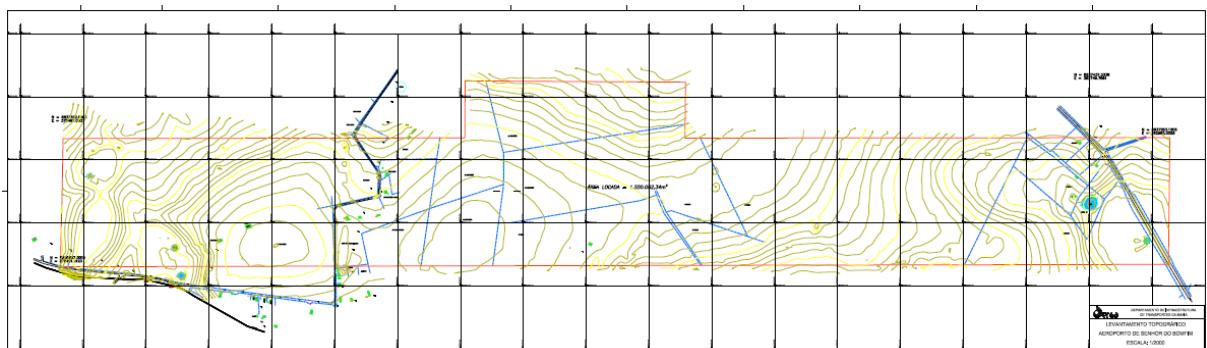


Figura 40 - Levantamento novo Aeroporto Senhor do Bonfim
Fonte: DERSA

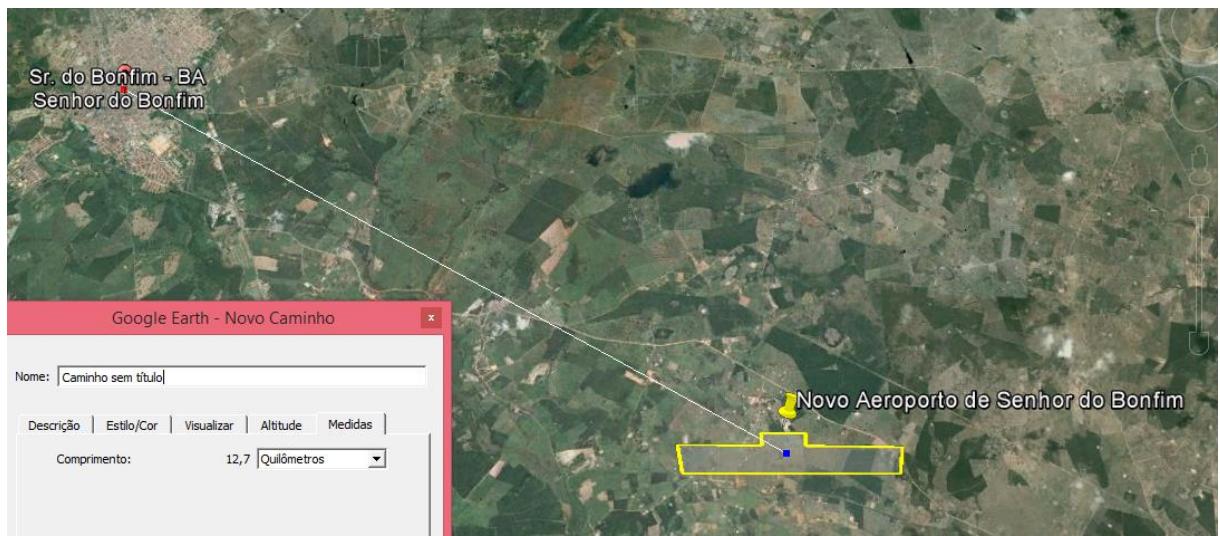


Figura 41 - Alocação do novo Aeródromo

Fonte: Google Earth e Dersa

Na Figura 42, podemos notar ainda que não será necessário a desapropriação de muitas residências (áreas em vermelho) e que a área não possui nenhuma interferência que possa inviabilizar o projeto.

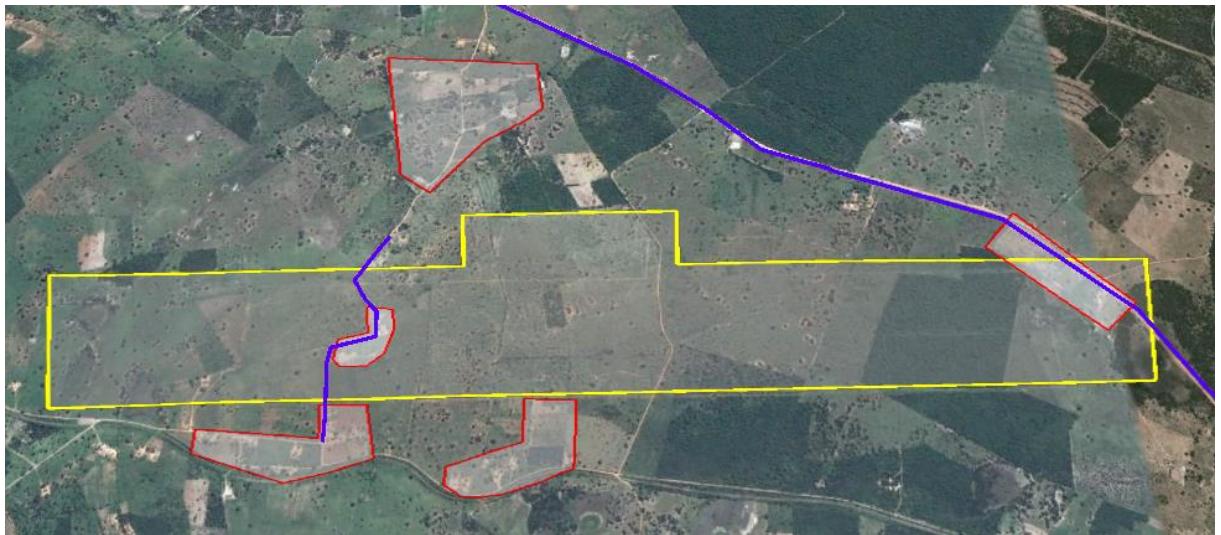


Figura 42 - Novo sitio aeroporto Senhor do Bonfim
Fonte: Google Earth e Dersa

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DERSA – ESTUDO DE SITIO PARA IMPLANTAÇÃO DE AEROPORTO (ENG. JOCAÉIS MARIANO DOS SANTOS); JUN/2011
- ANEXO 1 – TERMO DE REFERENCIA PARA CONTRATAÇÃO DE EMPRESA DE ENGENHARIA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS PRELIMINARES E PROJETOS EXECUTIVOS PARA IMPLANTAÇÃO DO NOVO AEROPORTO DE SENHOR DO BONFIM
- CONSTRUÇÃO DO NOVO AEROPORTO DE SENHOR DO BONFIM (ENG. JOCAÉIS MARIANO DOS SANTOS); FEV/2007
- PLANO PRELIMINAR DE DESENVOLVIMENTO AEROPORTUÁRIO NA BAHIA – RELATORIO I E II (PROF. DR. JORGE LEAL DE MEDEIROS); NOV/2011
- DERSA - PAEBA (PLANO AEROVIÁRIO DO ESTADO DA BAHIA) – VOLUME 1 – GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA; MAR/2002
- IBGE - REGIC – REGIÕES DE INFLUENCIA DAS CIDADES; 2007
- IBGE - REDES E FLUXOS DO TERRITORIO – LIGAÇÕES ÁEREAS; 2010
- PORTARIA ANAC Nº 1183/SIA (ANAC); 22 DE JULHO DE 2010
- <http://www.sei.ba.gov.br/> (Site da superintendência de estudos econômicos da Bahia) (Acessado em fevereiro/março/abril/maio/junho)
- <http://www.cidados.ibge.gov.br/xtras/home.php> (IBGE cidades)
- <http://www.anac.gov.br/>
- <http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatistica-dos-aeroportos.html>
- PIL – Plano de Investimentos em Logística (Governo Federal)
- ICAO – ANEXO 14 – AERODROMOS
- RBAC – Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – Emenda nº00
- AIRPORT PLANNING MANUAL – EMB-175
- AIRPORT PLANNING MANUAL - EMB-190
- AIRPORT PLANNING MANUAL - EMB-120
- AIRPORT PLANNING MANUAL – ATR-72

Anexo I – Microrregião de Senhor do Bonfim

A Microrregião

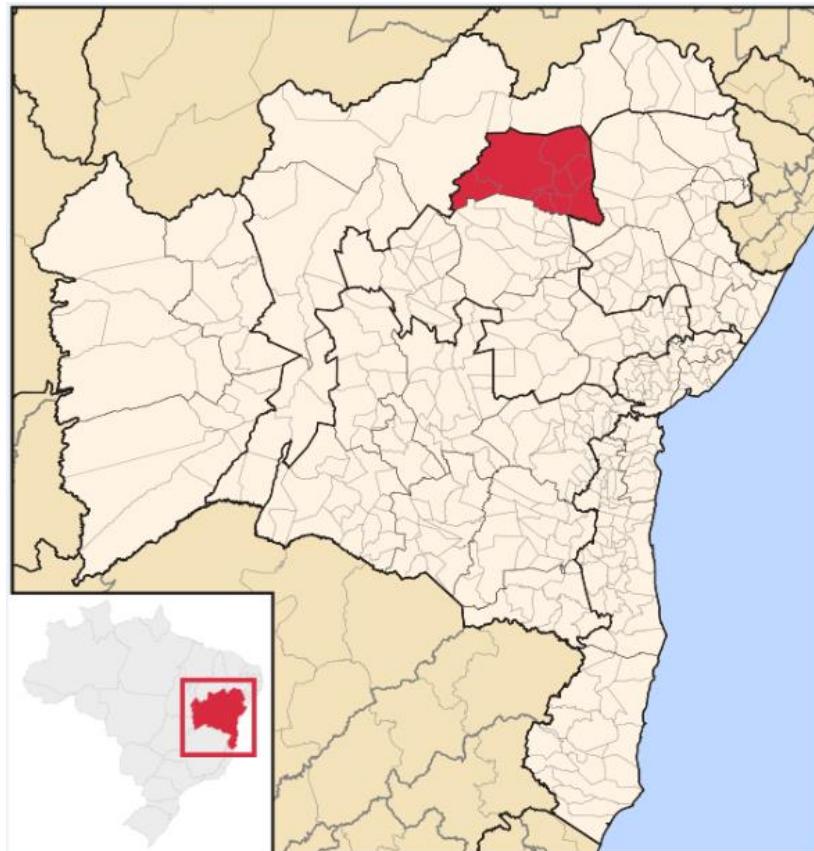


Figura 1 - Localização Geográfica da Microrregião de Senhor do Bonfim-
Fonte: Wikipédia

Senhor do Bonfim



Figura 2 – Senhor do Bonfim
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	80.258
População 2010	74.419
Área da unidade territorial (km²)	827,487
Densidade demográfica (hab/km²)	89,93
PIB 2011 (mil reais)	537.958
PIB per capita 2011 (reais)	7.178,81

Andorinha



Figura 3 - Andorinha

Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	14.936
População 2010	14.414
Área da unidade territorial (km²)	1247,613
Densidade demográfica (hab/km²)	11,55
PIB 2011 (mil reais)	104.591
PIB per capita 2011 (reais)	7.308,95
Distancia de Senhor do Bonfim (km)	37,70
Aeroportos próximos	Aeroporto de Petrolina (134km), Aeroporto Paulo Afonso (202km), Aeroporto Internaiconal de Aracaju (310km)

Antônio Gonçalves



Figura 4 - Antônio Gonçalves –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconómicos

População estimada 2013 11.973

População 2010 11.015

Área da unidade territorial (km²) 314

Densidade demográfica (hab/km²) 35

PIB 2011 (mil reais) 41.783

PIB per capita 2011 (reais) 3.756

Distancia de Senhor do Bonfim (km)

Campo Formoso



Figura 5 - Campo Formoso –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	71.507
População 2010	66.616
Área da unidade territorial (km²)	7258,676
Densidade demográfica (hab/km²)	9,18
PIB 2011 (mil reais)	426.181
PIB per capita 2011 (reais)	6.364,05
Distância de Senhor do Bonfim (km)	23,20

Aeroportos próximos

Aeroporto de Petrolina (130 km),
Aeroporto de Paulo Afonso (258km),
Aeroporto de Valença (341 km)

Filadélfia



Figura 6 - Filadélfia –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	17.603
População 2010	16.740
Área da unidade territorial (km²)	570,067
Densidade demográfica (hab/km²)	29,36
PIB 2011 (mil reais)	68.646
PIB per capita 2011 (reais)	4.109,08
Distancia de Senhor do Bonfim (km)	36,80

Itiúba



Figura 7 - Itiúba –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	38.330
População 2010	36.113
Área da unidade territorial (km²)	1722,754
Densidade demográfica (hab/km²)	20,96
PIB 2011 (mil reais)	146.388
PIB per capita 2011 (reais)	4.048,68
Distancia de Senhor do Bonfim (km)	43,70
Aeroportos próximos	Aeroporto de Petrolina (165.6 km), Aeroporto de Paulo Afonso (226.1 km), Aeroporto Internacional Dep. Luís Eduardo Magalhães (299 km)

Pindobaçu



Figura 8 - Pindobaçu –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013 21.113

População 2010 20.121

Área da unidade territorial (km²) 496,281

Densidade demográfica (hab/km²) 40,54

PIB 2011 (mil reais) 80.042

PIB per capita 2011 (reais) 3.989,35

Distancia de Senhor do Bonfim (km) 51,30

Aeroportos próximos Aeroporto de Petrolina (155.5 km),
Aeroporto de Paulo Afonso (275.3 km), Aeroporto de Valença (319.6 km)

Jaguariri



Figura 9 - Jaguariri –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	32.740
População 2010	30.343
Área da unidade territorial (km²)	2456,609
Densidade demográfica (hab/km²)	12,35
PIB 2011 (mil reais)	460.994
PIB per capita 2011 (reais)	15.084,90
Distancia de Senhor do Bonfim (km)	33,20
Aeroportos próximos	Aeroporto de Petrolina (106.4 km), Aeroporto de Paulo Afonso (231.9 km), Aeroporto Internacional de Aracaju (350.5 km)

Ponto Novo



Figura 10 - Ponto Novo –
Fonte: Google Maps

Dados Socioeconômicos:

População estimada 2013	16.321
População 2010	15.742
Área da unidade territorial (km²)	497,396
Densidade demográfica (hab/km²)	31,65
PIB 2011 (mil reais)	80.497
PIB per capita 2011 (reais)	5.149,53
Distancia de Senhor do Bonfim (km)	55,90
Aeroportos Próximos	Aeroporto de Petrolina (173.4 km), Aeroporto de Paulo Afonso (262.8 km), Aeroporto de Valença (297.8 km)

Anexo II – QUADROS E GRÁFICOS DOS AVIÕES

ATR 72

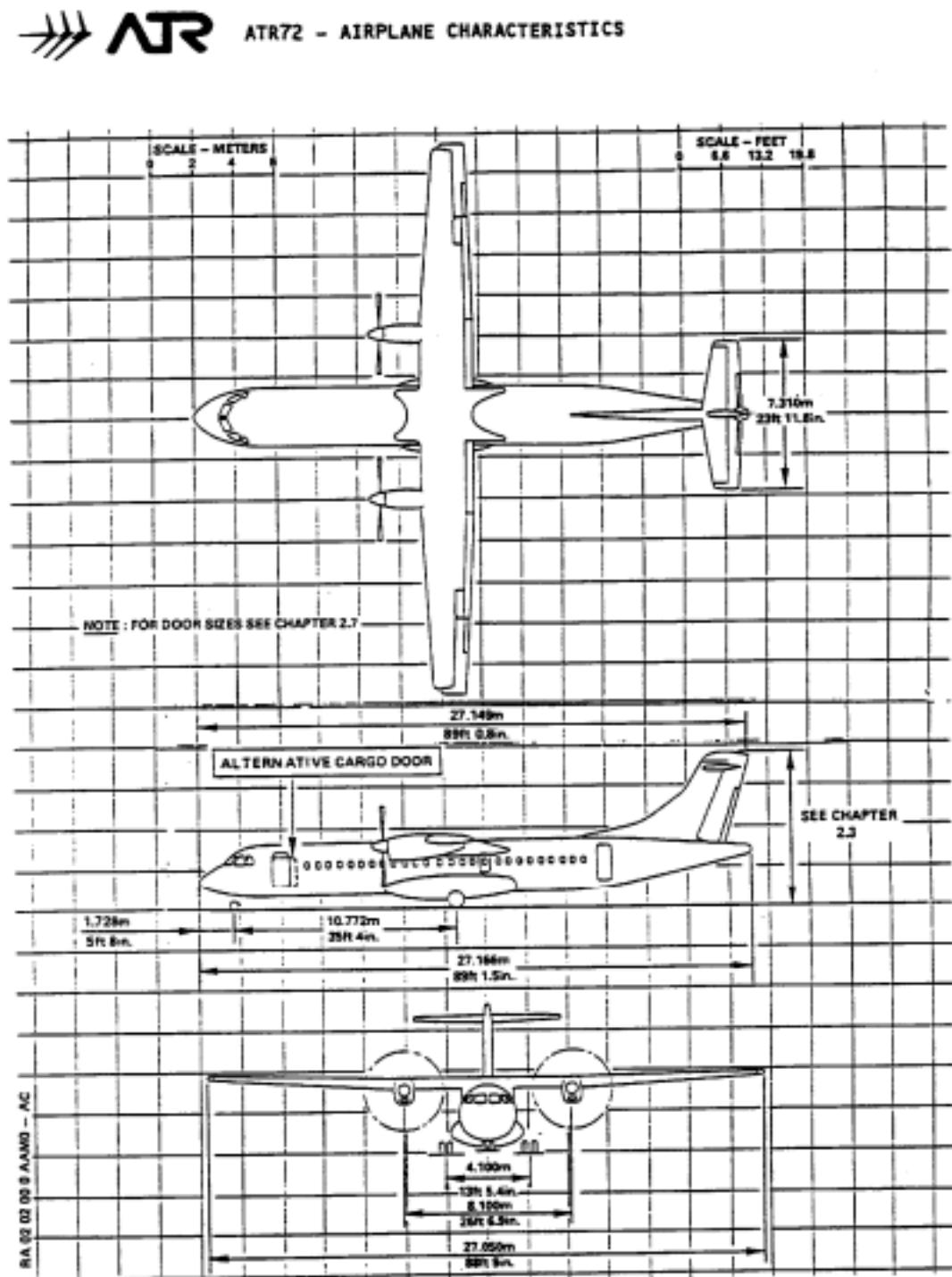


Figura 1 - Modelos e Dimensões do avião

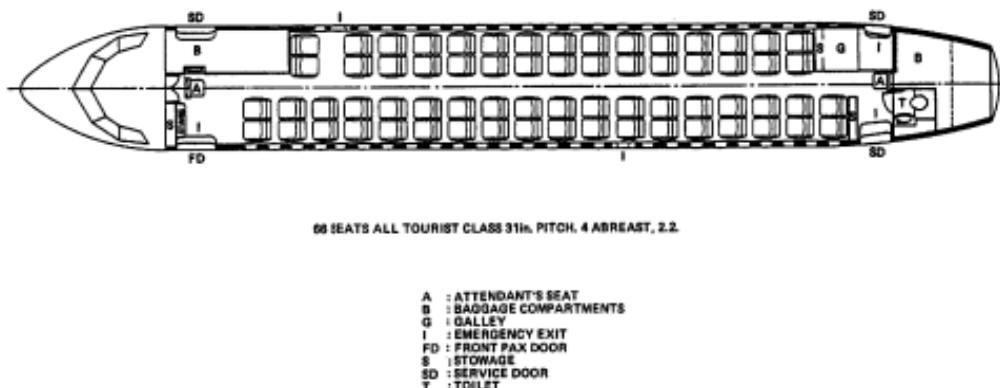


Figura 2 - Arranjo interno do avião

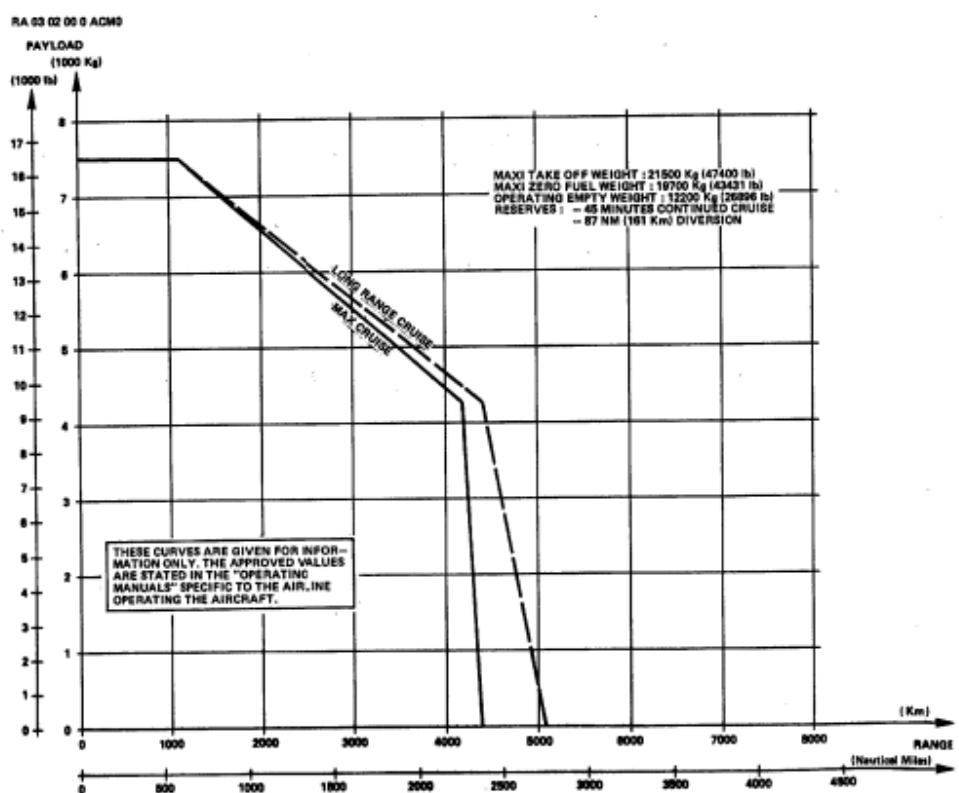


Figura 3 - Gráfico de carga paga x alcance

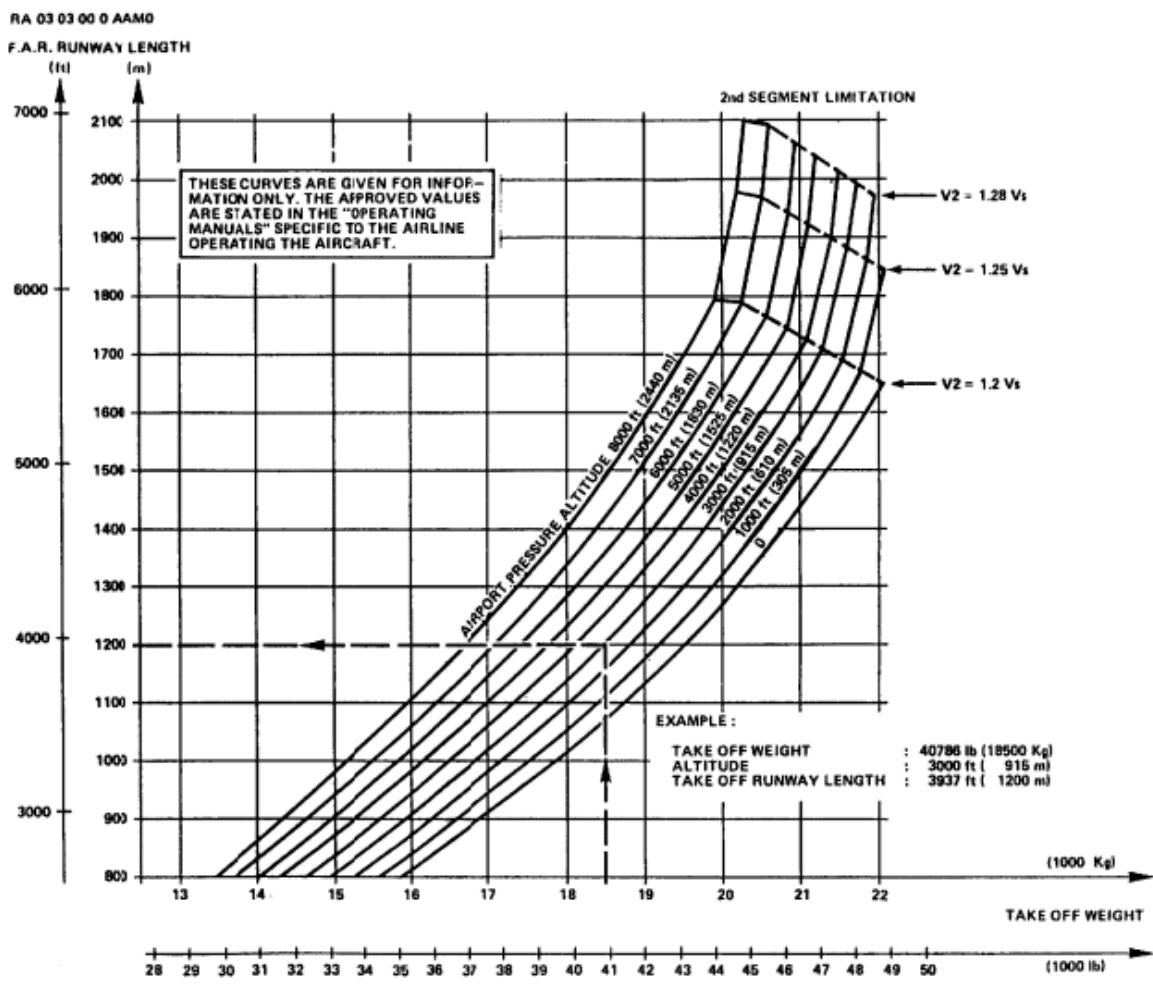


Figura 4 - Gráfico tamanho de pista x peso de decolagem

EMB-120

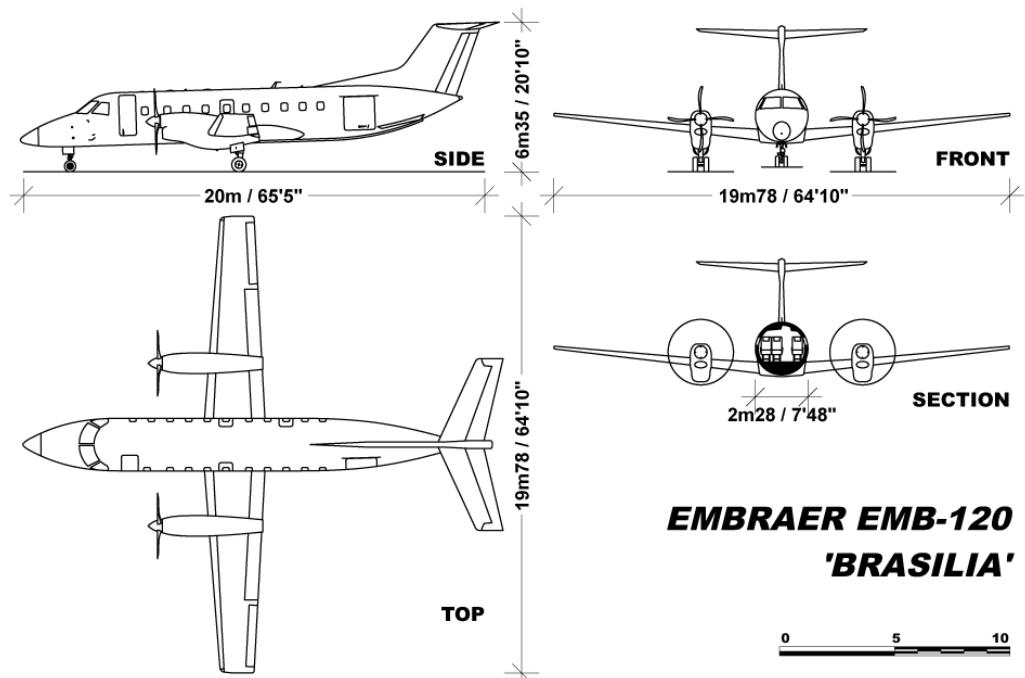


Figura 5 - Dimensões do avião EMB120

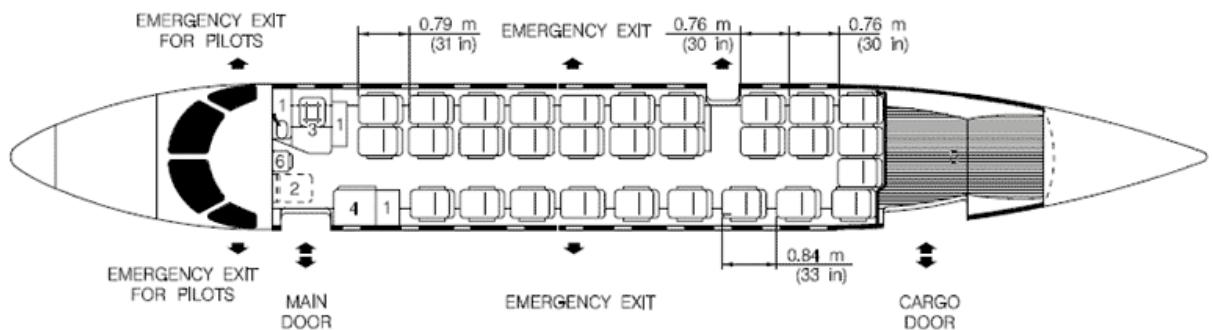


Figura 6 - Arranjo Interno EMB120

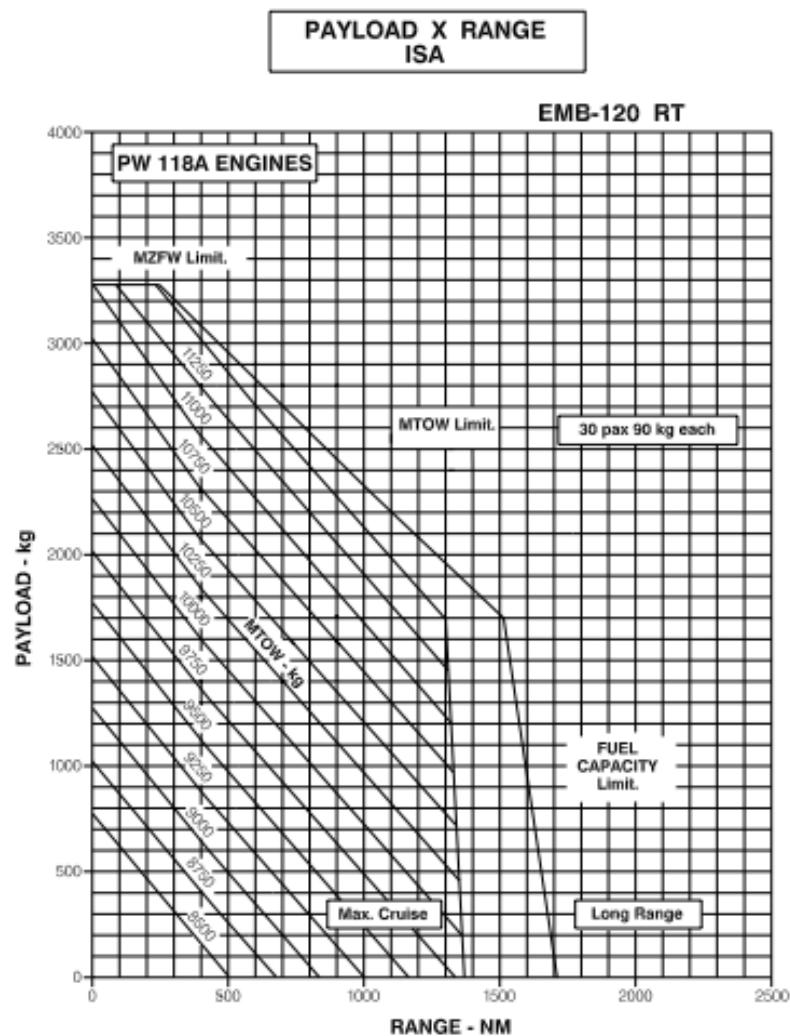


Figura 743 - Gráfico carga paga x alcance

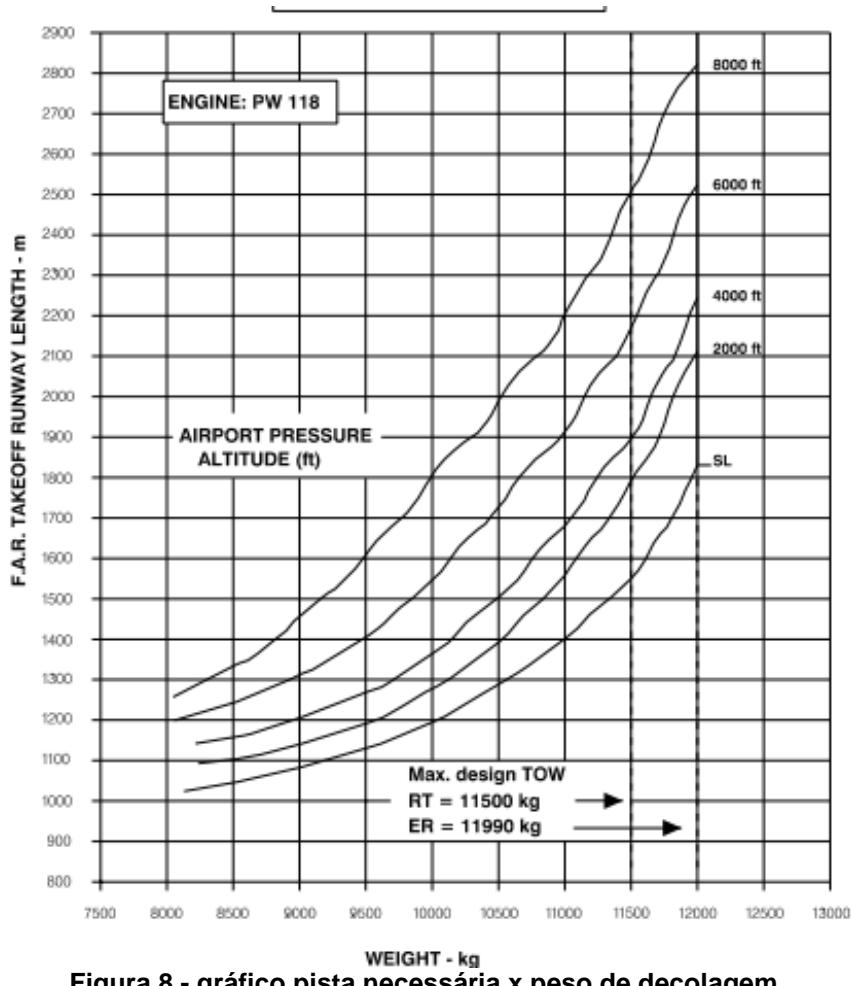
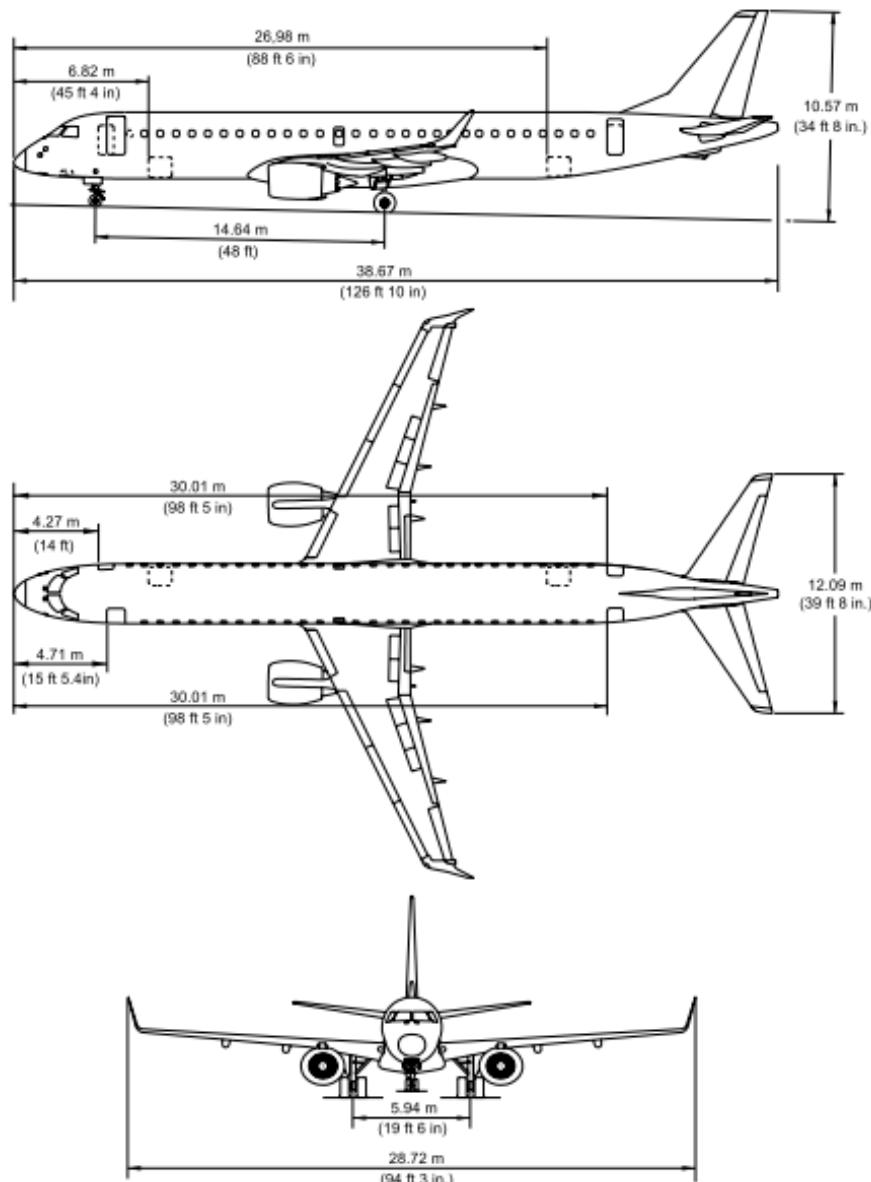


Figura 8 - gráfico pista necessária x peso de decolagem

EMB195

General Aircraft Dimensions
Figure 2.1

Figura 9 - Dimensões do avião

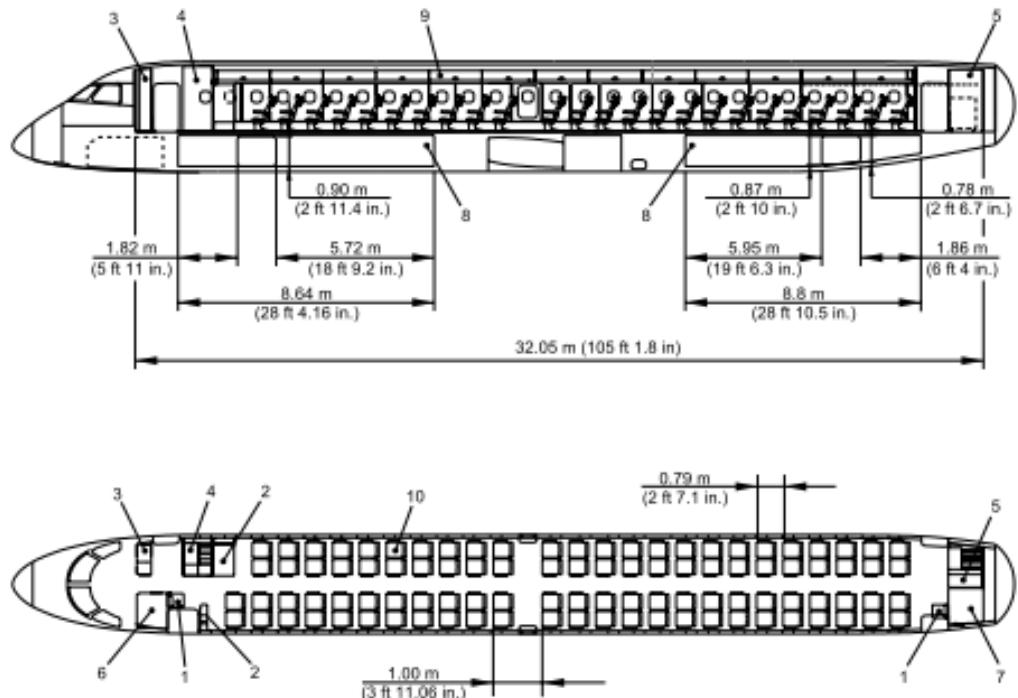


Figura 10 - Arranjo Interno

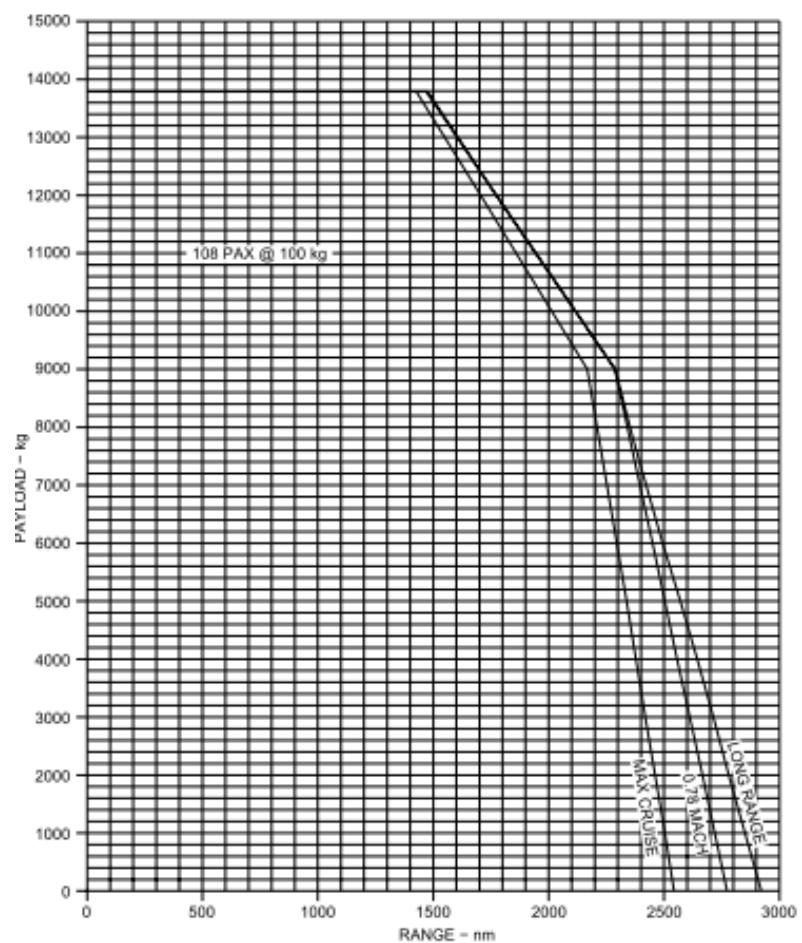


Figura 11 - Gráfico Carga Paga x Alcance

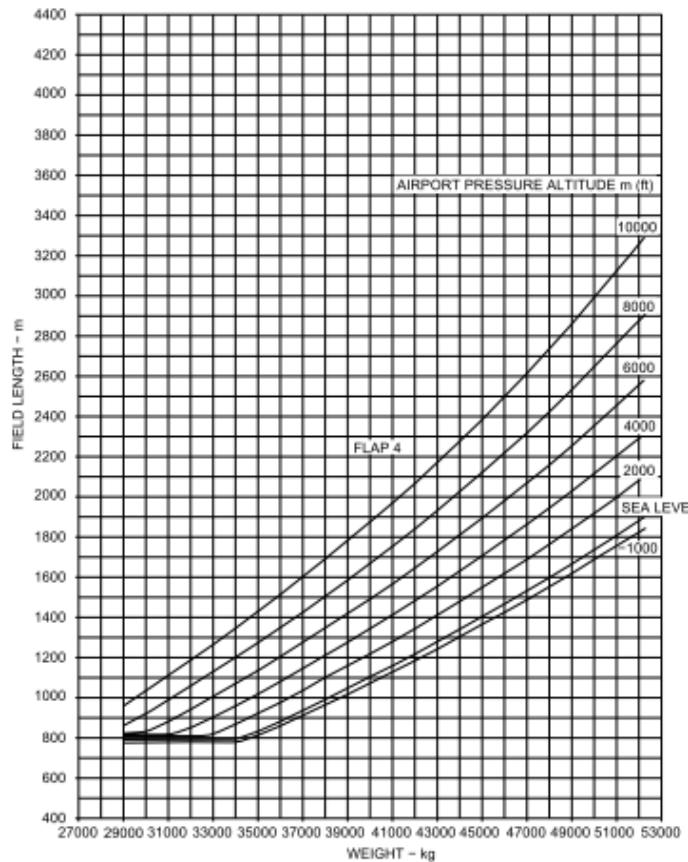


Figura 12 - Gráfico Tamanho de Pista x Peso de Decolagem

EMB-175

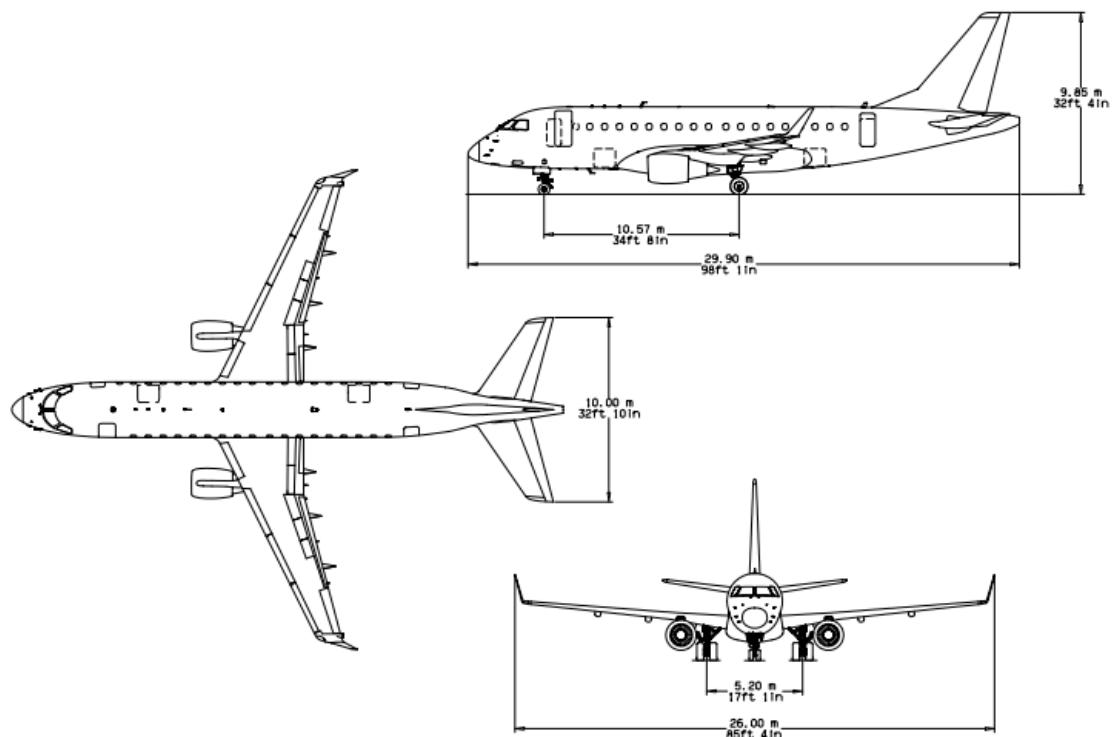


Figura 13 - Dimensões do avião

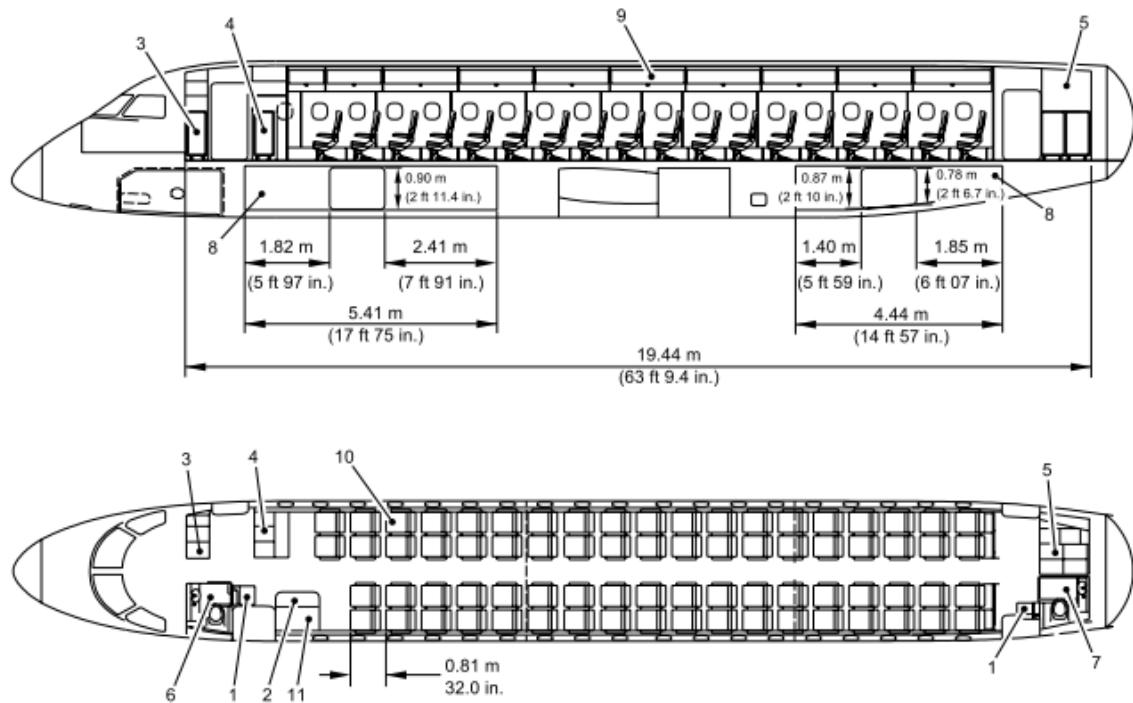


Figura 14 - Arranjo Interno

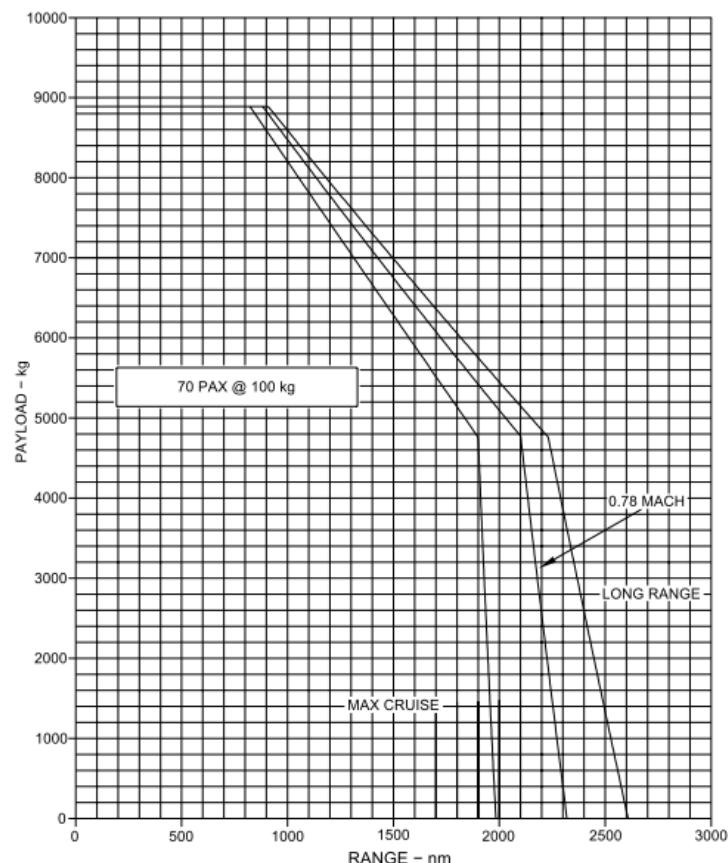


Figura 15 - Gráfico carga paga x alcance

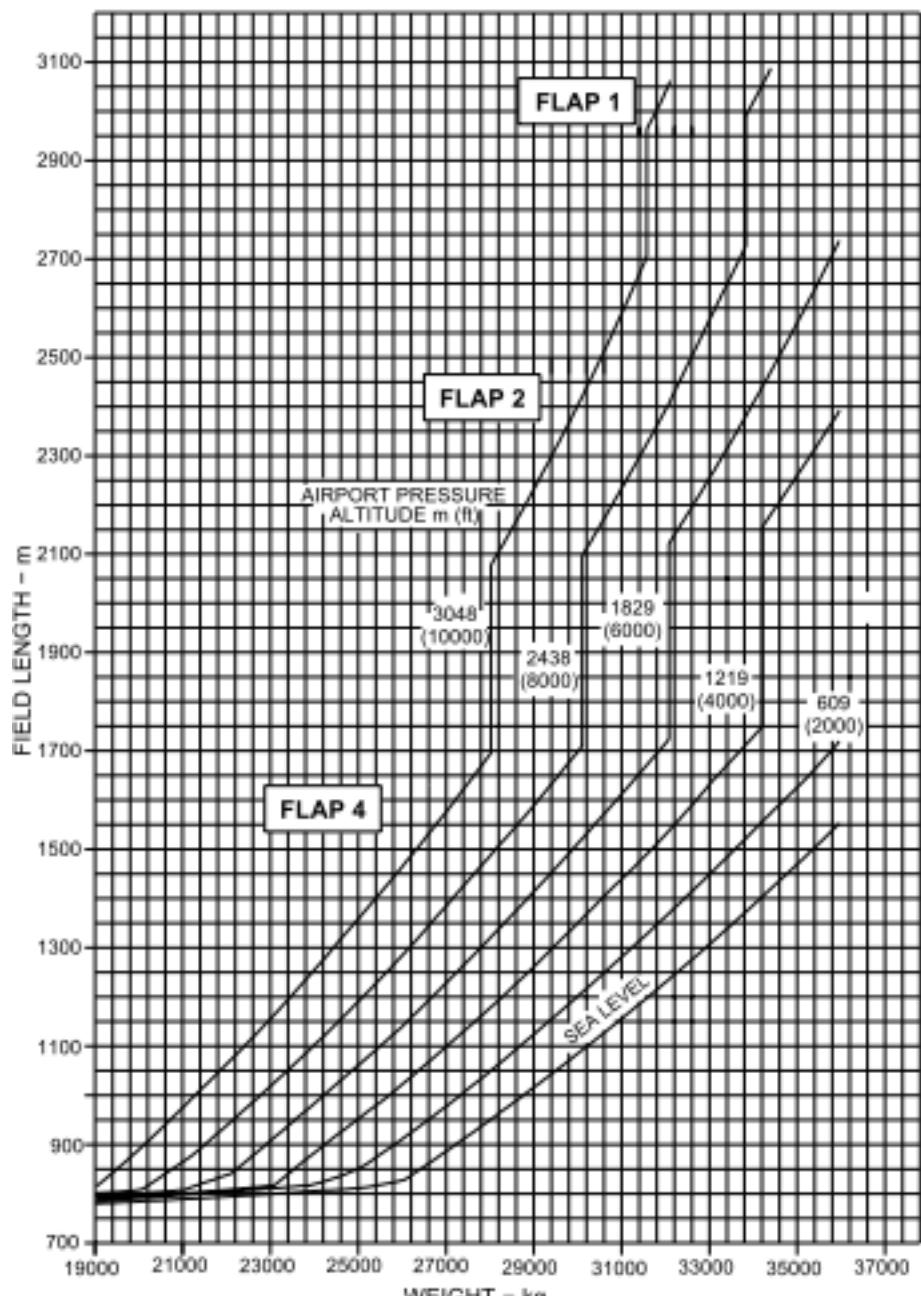


Figura 16 - Gráfico tamanho da pista x peso de decolagem