

***INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
AERONÁUTICA***



Márcio Rômulo da Silva Regis

Dimensionamento do Terminal de Passageiros do
Aeroporto de São Tomé: Estudo de Caso

Trabalho de Graduação
2006

INFRA

Márcio Rômulo da Silva Regis

**Dimensionamento do Terminal de Passageiros do
Aeroporto de São Tomé: Estudo de Caso**

Orientador
Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves (ITA)

Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
COMANDO-GERAL DE TECNOLOGIA AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2006

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA

Regis, Márcio Rômulo da Silva

Dimensionamento do Terminal de Passageiros do Aeroporto de São Tomé: Estudo de Caso / Márcio Rômulo da Silva Regis

São José dos Campos, 2006.

83f.

Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2006. Orientador: Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto

1. Planejamento de aeroportos. 2. Terminal de passageiros. 3. Heliportos. 4. Estudo de casos. I. Comando-Geral de Tecnologia Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. II. Título.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

REGIS, Márcio Rômulo da Silva. **Dimensionamento do Terminal de Passageiros do Aeroporto de São Tomé: Estudo de Caso**. 2006. 83f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Márcio Rômulo da Silva Regis

TÍTULO DO TRABALHO: Dimensionamento do Terminal de Passageiros do Aeroporto de São Tomé: Estudo de Caso

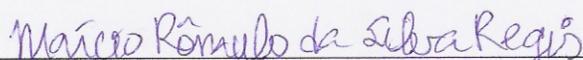
TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2006

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

Márcio Rômulo da Silva Regis
Rua Cônego de Castro, 3134 – Parque São José
60730-000 Fortaleza-CE

**DIMENSIONAMENTO DO TERMINAL DE PASSAGEIROS DO AEROPORTO DE SÃO
TOMÉ: ESTUDO DE CASO**

Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



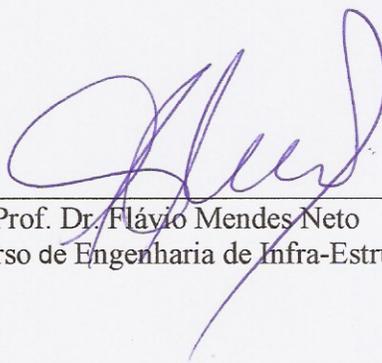
Márcio Rômulo da Silva Regis

Autor



Prof. Dr. Cláudio Jorge Pinto Alves (ITA)

Orientador



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

São José dos Campos, 22 de novembro de 2006

Dedico este trabalho a minha família,
por seu inestimável apoio e carinho
durante os cinco anos trilhados nessa escola.
A meu pai, para mim o maior exemplo de vida e
grande responsável pela minha formação.
A minha mãe que, apesar de distante,
sempre me fez sentir ao seu lado.
A meus irmãos, por serem grandes amigos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos que conviveram comigo, colegas e agregados do 209 e demais companheiros, enfim, os amigos que foram minha família durante esses cinco anos.

Devo lembrar dos meus companheiros da Infra, alguns dos quais se formando comigo e os outros que ficaram pelo caminho devido a circunstâncias diversas. Agradeço também aos professores e instrutores do ITA que contribuíram substancialmente na minha formação profissional.

RESUMO

O novo Aeroporto de São Tomé tem como principal atribuição dar suporte às operações logísticas *off-shore* das plataformas de exploração de petróleo da Petrobrás, localizadas na Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro. Essas operações, no que concerne ao transporte dos funcionários, são realizadas com a utilização de aeronaves de asa rotativa, e devido ao grande movimento previsto, irão transformar o empreendimento no maior complexo aeroportuário/heliportuário do Brasil.

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre o dimensionamento do terminal de passageiros do novo Aeroporto de São Tomé. Além da quantificação dos espaços, o trabalho inclui a proposição de algumas alternativas de configuração espacial e, a partir de critérios técnicos, a escolha daquela que possibilite a melhor distribuição dos fluxos. O resultado final do trabalho é a planta arquitetônica do terminal.

ABSTRACT

The new São Tomé's airport has as main attribution to give support for logistic operations off-shore in Petrobras petroleum platforms, located in Bacia de Campos, Rio de Janeiro. These operations, related to employees transportation, are realized with rotate wing airplanes and due to the big passenger flow evaluated will transform this airport in the biggest heliport/airport complex in Brazil.

This document aims to realize the sizing of the new passenger terminal of the new São Tomé's airport. Besides the quantification of the spaces, this study includes some propositions to the configurations of the terminal and the election of the best option for the passenger flows. The result is the arquitetural design of the terminal.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principais Fluxos de Passageiros	16
Figura 2: Terminal com Três Lados Operacionais	17
Figura 3: Solução de Fluxograma sem Cruzamento de Linhas	18
Figura 4: Soluções de Fluxograma que Permitem Operação Simultânea	19
Figura 5: Solução de Fluxograma com um Cruzamento	20
Figura 6: Previsão de Movimentos de Aeronaves de Asa Rotativa [3].....	21
Figura 7: Utilização dos Balcões de <i>Check-in</i> de Aeronaves de Asa Rotativa	31
Figura 8: Dimensões dos Componentes de <i>Check-in</i> de Aeronaves de Asa Rotativa.....	34
Figura 10: Dimensões de cada Balcão de Restituição de Bagagens de Aeronaves de Asa Rotativa.....	39
Figura 11: Curva de Chegada Baseada na Distribuição da Tabela 1.....	43
Figura 12: Dimensões dos Componentes de <i>Check-in</i> de Aeronaves de Asa Fixa	45
Figura 13: Dimensões da Área de Restituição de Bagagens de Aeronaves de Asa Fixa	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Requisitos Definidos pela Petrobrás.....	7
Tabela 2: Percentual de Usuários por Tipo de Veículo.....	12
Tabela 3: Previsão de Movimentos de Helicópteros para 2012	22
Tabela 4: Estimativa de Passageiros Anuais para 2012	22
Tabela 5: Distribuição dos Passageiros entre os Tipos de Aeronaves de Asa Rotativa	22
Tabela 6: Fluxo e Quantidade de Operações de Embarque.....	24
Tabela 7: Exemplo de Programação das Operações de Embarque	25
Tabela 8: Duas Possibilidades de Programação na Hora Crítica das Operações de Embarque	25
Tabela 9: Fluxo de Passageiros de Aeronaves de Asa Fixa	26
Tabela 10: Valores Adotados para Cálculo do Comprimento do Meio-Fio (Embarque ou Desembarque).....	27
Tabela 11: Comprimento do Meio-Fio (Embarque ou Desembarque).....	28
Tabela 12: Área dos Componentes de <i>Check-in</i>	35
Tabela 13: Área dos Componentes de Pré-Embarque	37
Tabela 14: Área dos Componentes de Restituição de Bagagens (por Balcão).....	40
Tabela 15: Fluxo de Passageiros de Asa Rotativa (Total e Embarque)	42
Tabela 16: Distribuição de Chegada dos Passageiros ao Balcão de <i>Check-in</i>	43

Tabela 17: Área dos Componentes de <i>Check-in</i>	45
Tabela 18: Área dos Componentes de Pré-Embarque.....	47
Tabela 19: Área dos Componentes de Restituição de Bagagens.....	49
Tabela 20: Áreas de Concessão.....	52
Tabela 21: Área Administrativa.....	54
Tabela 22: Área dos Componentes da Área VIP.....	56
Tabela 23: Distâncias Percorridas pelos Fluxos de Passageiros.....	60
Tabela 24: Classificação das Alternativas nos Critérios.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

TPS	Terminal de passageiros
n_V	Número de vagas no meio-fio
n	Número de passageiros por veículo
p	Percentual de usuários por tipo de veículo
t	Tempo de permanência
$L_{Meio-Fio}$	Comprimento do meio-fio
N	Demanda de passageiros no período crítico
N_{Emb}	N para os componentes de embarque
N_{Desemb}	N para os componentes de desembarque
pax	Passageiro (s)
S	Área
S_{Total}	Área Total
N_{Ass}	Número de assentos
$N_{Port_{Emb}}$	Número de portões de embarque
$N_{Port_{Desemb}}$	Número de portões de desembarque
Y	Número de bacias sanitárias ou lavatórios
Y_{Emb}	Y para os componentes de embarque
Y_{Desemb}	Y para os componentes de desembarque
Y_{Total}	Y total

SUMÁRIO

1	Introdução.....	1
1.1	Exposição do Problema	1
1.2	Objetivo	2
2	Metodologia Adotada nesse Trabalho	3
3	Caracterização do Projeto.....	4
3.1	Considerações sobre um Projeto de Terminal de Passageiros.....	4
3.2	Requisitos de Projeto	6
3.3	Busca de Informações.....	8
4	Pesquisa de Campo	11
4.1	Resultados das Entrevistas.....	11
4.1.1	Dos Usuários do Terminal.....	11
4.1.2	Dos Funcionários da Petrobrás	13
4.1.3	Dos Funcionários do Terminal	14
5	Idealização do Fluxograma das Atividades do Terminal	16
6	Dimensionamento das Instalações do Terminal	21
6.1	Meio-Fio	27
6.2	Embarque de Asa Rotativa (E R)	29
6.2.1	Saguão de Embarque	29
6.2.2	Check-in.....	30
6.2.3	Área de Vistoria.....	35
6.2.4	Sala de Pré-Embarque	35
6.3	Desembarque de Asa Rotativa (D R)	38
6.3.1	Área de Restituição de Bagagens	38

6.3.2 Área de Vistoria.....	40
6.3.3 Saguão de Desembarque.....	40
6.4 Embarque de Asa Fixa (E F)	42
6.4.1 Saguão de Embarque	42
6.4.2 <i>Check-in</i>	42
6.4.3 Sala de Pré-Embarque	45
6.5 Desembarque de Asa Fixa (D F)	48
6.5.1 Área de Restituição de Bagagens	48
6.5.2 Saguão de Desembarque.....	49
6.6 Outras Áreas	51
6.6.1 Concessões	51
6.6.2 Área Administrativa	52
6.6.3 Sanitários do Saguão	54
6.6.4 Área VIP.....	55
7 Alternativas de Configuração Espacial	57
7.1 Descrição das Alternativas	58
7.1.1 Alternativa 1	58
7.1.2 Alternativa 2	58
7.1.3 Alternativa 3	59
7.2 Critérios de Escolha.....	59
7.2.1 Distâncias Percorridas	59
7.2.2 Facilidades de Acesso às Áreas de Processamento	60
7.2.3 Separação dos Fluxos de Passageiros.....	60
7.3 Classificação Final.....	61
8 Conclusão	62
Anexo A – Questionários da Pesquisa de Campo	63
A1 – Questionário para o Usuário	63
A2 – Questionário para os Funcionários	64

Anexo B – Plantas Baixas das Alternativas de Configuração Espacial	65
B1 – Alternativa 1.....	65
B2 – Alternativa 2.....	66
B3 – Alternativa 3.....	67
Referências Bibliográficas.....	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Exposição do Problema

A empresa Petrobrás S/A foi criada no dia 3 de outubro de 1953, durante o mandato do então presidente Getúlio Vargas, através da Lei 2004 [11], que estabeleceu as bases da política petrolífera nacional.

Ao longo de quatro décadas, tornou-se líder em distribuição de derivados de petróleo no País. Com todos os segmentos do setor abertos à competição, a empresa deixou de ser a executora do monopólio do petróleo da União, colocando-se entre as quinze maiores empresas petrolíferas na avaliação internacional. Detentora de uma das tecnologias mais avançadas do mundo na produção de petróleo em águas profundas e ultra-profundas, graças ao seu desempenho a Companhia foi premiada duas vezes, em 1992 e 2001, pela *Offshore Technology Conference* (OTC), o mais importante prêmio do setor [9].

Considerada a maior reserva petrolífera da Plataforma Continental Brasileira, a Bacia de Campos tem cerca de 100.000 km² e se estende desde o Estado do Espírito Santo até a altura de Cabo Frio, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. Atualmente, estão em operação mais de 400 poços de óleo e gás, mais de 30 plataformas de produção e 3.900 km de dutos submarinos [10].

As aeronaves de asa rotativa constituem o principal meio de transporte para essas plataformas de produção em alto-mar. Os custos de operação e manutenção dessas aeronaves são muito elevados, devido às características peculiares da suas operações: dispêndio de grande quantidade de energia durante o vôo regular e grande desgaste de seus componentes. Embora haja essas desvantagens operacionais, não existe alternativa de transporte mais adequada para as plataformas.

O centro de operações logísticas da Petrobrás na Bacia de Campos se localiza atualmente no município de Macaé, e conta com a operação do Aeroporto de Macaé. Implantado na década de 50 e com estrutura que não previa o atual volume de operações, esse aeroporto e, especificamente, seu terminal de passageiros não são capazes de atender a atual demanda com a agilidade exigida e os níveis de serviço aceitáveis.

Com o intuito de dar maior suporte às operações logísticas *off-shore* de suas plataformas, a empresa pretende implantar um novo complexo aeroportuário, com operações de aeronaves de asa rotativa e de asa fixa. Em função do elevado volume de operações aéreas

e dos elevados custos destas operações, o empreendimento possui vários requisitos que devem ser contemplados para minimizar os custos operacionais. A região escolhida pela Petrobrás para essa implantação localiza-se no distrito de Farol de São Tomé, no município de Campos de Goytacazes - RJ.

Este trabalho de graduação visa à realização de um estudo de caso envolvido com esse projeto: o dimensionamento do terminal de passageiros do novo complexo aeroportuário/heliportuário de Farol de São Tomé, que, implantado, se tornará o maior do Brasil e um dos maiores do mundo. Dessa forma, esse trabalho mostra-se por si uma novidade em termos de terminal de passageiros devido a sua ambivalência operacional – aeroporto e heliporto – constituindo-se assim um novo desafio.

1.2 Objetivo

O objetivo, então, é projetar um terminal de passageiros, estudando diferentes alternativas de configuração espacial. Serão dimensionadas, como estudo de caso, as instalações para o novo Aeroporto de São Tomé, no município de Campos de Goytacazes, Estado do Rio de Janeiro.

As três alternativas de configuração espacial para o terminal focarão, de diferentes formas, os seguintes aspectos: (a) funcionalidade (tempo de processamento); (b) conforto (distância percorrida); (c) separação dos fluxos. A partir de cada alternativa, serão desenvolvidas plantas baixas do terminal.

Para o projeto, serão levadas em conta as necessidades de espaço físico (dimensionamento) e a melhor distribuição dos componentes de forma a trazer aos fluxos a melhor fluidez possível (minimização de conflitos).

O estudo será desenvolvido com o emprego de dados reais e do Projeto Conceitual do Aeroporto de Farol de São Tomé, desenvolvido por uma equipe de profissionais da Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica do ITA.

2 METODOLOGIA ADOTADA NESSE TRABALHO

Para atingir o objetivo desse trabalho, uma série de procedimentos foi adotada e atividades relacionadas foram cumpridas. Esses procedimentos foram:

- Busca de informações;
- Realização de pesquisa de campo;
- Idealização do fluxograma de atividades do terminal;
- Quantificação dos espaços;
- Geração de alternativas de configuração;
- Adoção de critérios para decisão final.

O primeiro procedimento adotado, busca de informações, destina-se a caracterização do projeto. Estão relacionadas a esse procedimento a realização de visitas técnicas, o levantamento de informações específicas do tipo de empreendimento e a discussão dos requisitos de projeto.

Complementando essa etapa de busca de informações, foi realizada uma pesquisa de campo com os principais interessados no empreendimento, que serviu de base para o programa de necessidades e permitiu o atendimento dos anseios desses no projeto.

Esse programa de necessidades serviu de base para a etapa seguinte, a idealização do fluxograma de atividades do terminal, constituída do mapeamento dos fluxos e distribuição espacial dos componentes do terminal.

Paralelamente a etapa anterior, o programa de necessidades serviu de alicerce para a realização da etapa de quantificação dos espaços e conseqüente geração de alternativas de configuração espacial, apresentadas em forma de planta baixa do terminal.

A etapa final é a escolha de uma das alternativas de configuração, a partir de certos critérios de decisão estabelecidos.

Os capítulos seguintes descrevem esses procedimentos e as atividades relacionadas a cada um deles.

3 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

3.1 Considerações sobre um Projeto de Terminal de Passageiros

O terminal de passageiros (TPS) consiste numa edificação localizada entre o meio-fio de veículos terrestres e o sistema de pátio e pistas utilizado pelas aeronaves. O TPS é o centro de transferência de passageiros e bagagens intermodais, onde são realizados diversos processos associados a essa atividade [1].

Para isso, o TPS possui diversos componentes que são responsáveis por ações específicas. Dependendo da função, eles podem ser classificados em operacionais e não operacionais, caso sejam ou não essenciais ao processo de transferência intermodal. Dentre os componentes operacionais podem-se citar os saguões (embarque e desembarque), a área de *check-in* e a sala de pré-embarque. Como exemplo de componentes não operacionais têm-se as lanchonetes e outros pontos comerciais.

São vários os fatores a considerar no momento do planejamento de um TPS: o tipo de operação do aeroporto (regional, doméstico ou internacional), a composição e o porte das aeronaves operantes e o volume e as características da demanda.

Esses fatores combinados influem na escolha da disposição física dos componentes do terminal, determinando o que se denomina conceito do TPS. Baseado na concentração dos componentes, os terminais podem ser divididos em centralizados e descentralizados. Nos primeiros, o processamento de passageiros e bagagens é realizado em um único edifício. No segundo grupo, esse processamento é realizado por mais de um edifício ou por diversos módulos de um edifício.

Outra forma de classificar os conceitos de terminais é através da análise da disposição espacial dos seus componentes em planta. Os seguintes conceitos se destacam:

- *Pier* ou *finger*: as aeronaves são estacionadas ao longo de um conector ligado ao prédio do terminal.
- *Linear*: as aeronaves são estacionadas ao longo de um lado do prédio do terminal e um corredor paralelo a esse lado permite o acesso dos passageiros às aeronaves.
- *Transporter*: o estacionamento das aeronaves ocorre em posições distantes do edifício terminal e o acesso dos passageiros ocorre através de ônibus ou salas de embarque móveis (*mobile lounges*) [1].

- Satélite: as aeronaves estacionam ao redor de uma estrutura isolada do edifício principal do aeroporto e ligada a este por meio de um conector posicionado abaixo, acima ou no mesmo nível do pátio de aeronaves.
- Híbrido: composição de dois ou mais dos conceitos anteriores.

A quantificação da demanda deve levar em conta os diversos aspectos sócio-econômicos da região de implantação do aeroporto e os motivos pelos quais este será implantado. Esses aspectos indicam a demanda inicial a ser considerada no planejamento do TPS e permitem realizar uma previsão de demanda para o horizonte do projeto, de forma que futuras expansões possam ser realizadas sem representar elevação significativa dos custos do projeto.

A caracterização da demanda é o processo de situar os volumes quantificados de passageiros e bagagens nos diversos componentes do TPS e distribuí-los temporalmente de acordo com o tipo de voo (origem, destino ou trânsito-conexão). Para isso, os fluxos de passageiros e bagagens devem ser bem conhecidos e os componentes devem estar localizados de maneira a evitar o encontro de fluxos contrários (cruzamentos).

A capacidade do terminal de passageiros está relacionada com o nível de serviço proporcionado. Para o passageiro, as principais variáveis que lhe permitem avaliar o nível de serviço de um TPS são o tempo de processamento e o espaço disponível por usuário. Há ainda outros fatores, subjetivos, de difícil mensuração, como conforto proporcionado pelo ambiente e a boa sensação proporcionada ao passageiro pela disponibilidade de serviços diversos ou concessões comerciais.

A avaliação do nível de serviço depende do tipo de componente operacional considerado. Para componentes de processamento, como *check-in*, os principais fatores considerados são o tempo de atendimento e espera e o espaço disponível para cada passageiro. Para componentes de espera, como os saguões de embarque e desembarque e a sala de pré-embarque, esses fatores são espaço disponível e disponibilidade de assentos. Para componentes de circulação, como corredores e elevadores, os fatores principais são distância percorrida, informação visual disponível e espaço disponível, dentre outros.

O espaço disponível é o fator mais utilizado na prática, constando na avaliação do nível de serviço de praticamente todos os componentes operacionais do TPS. Por isso, baseado na experiência dos planejadores de TPS, é comum a recomendação de índices de dimensionamento, cujas unidades estão em espaço por usuário (por exemplo, m²/passageiro).

Conhecida a demanda ou movimento que o componente deve comportar, os índices de dimensionamento são aplicados e tem-se a área recomendada deste componente.

Há várias formulações para quantificar a demanda dos componentes operacionais e cada uma destas constitui aquilo que se denomina como um modelo. Na literatura, destacam-se os modelos analíticos da teoria das filas, os modelos empíricos e os modelos de simulação.

A aplicabilidade de cada modelo depende do componente considerado. Os modelos de teoria das filas estão relacionados com a quantificação dos tempos de chegada aos pontos de processamento e de atendimento de passageiros e com o período de espera e o número aceitável de passageiros em fila. São, então, típicos para uso na área de *check-in* e na área de restituição de bagagens.

Os modelos empíricos se baseiam em dados experimentais, sendo de mais fácil manipulação, e não requisitam grandes quantidades de dados de entrada. Entre os modelos empíricos, destacam-se dois tipos: os baseados no conceito de hora-pico e os baseados no conceito de momento de maior solicitação. O conceito de hora-pico pode ser designado como o período de movimentação intensa que ocorre com alguma frequência, não sendo necessariamente o período de maior movimento instantâneo previsto. O conceito de momento de maior solicitação está relacionado ao período em que ocorre sobreposição dos fluxos de diversos vôos e a solicitação do componente considerado é máxima. Conhecida quantitativamente essa solicitação crítica (demanda), o componente pode ser dimensionado através de índices de dimensionamento.

Os modelos de simulação procuram retratar o comportamento real do sistema através de representações matemáticas do mundo real. Por possuírem certa complexidade, esses modelos se utilizam de ferramentas computacionais, contando com o auxílio de programas de simulação.

O projeto de um TPS deve considerar a concepção de um ambiente confortável e agradável por um lado, e eficiente e funcional por outro [1]. Deve constituir-se num ambiente que proporcione a segurança e o conforto desejados pelos seus usuários. Esse projeto deve, ainda, estar relacionado com a configuração do lado aéreo e o sistema de acesso do aeroporto. Os terminais de passageiros devem estar de acordo com suas vocações, ou seja, as atividades locais que devem ocorrer. Cada terminal, por isso mesmo, apresenta peculiaridades que devem ser respeitadas.

3.2 Requisitos de Projeto

A Petrobrás preparou um conjunto inicial de requisitos para o empreendimento [3], transcritos a seguir (Tabela 1).

Tabela 1: Requisitos Definidos pela Petrobrás

Atributos	Comentários
Área patrimonial	A definir m ² (considerar nível de serviço B, de acordo com a IATA em seu “Airport Development Reference Manual”, 8th Ed., April 1995).
Área administrativa Tepax (m ²)	Idem.
Área comercial Tepax (m ²)	Idem.
Área operacional Tepax (m ²)	Idem.
Balizamento noturno, KF, etc.	Aplicável de acordo com normas e legislação pertinentes.
Vagas Estacionamento de Automóveis	140 (mínimo).
Vagas Estacionamento de Ônibus	6 (mínimo).
Helipontos (pontos de toque)	Mínimo de 4 helipontos que permitam dois pousos e duas decolagens simultâneas, independentes da operação da pista para aeronaves de asa fixa. Todos os helipontos devem ter uma pista de auxílio a decolagem (“efeito solo”).
Área de manutenção de aeronaves	Mínimo de 4 hangares para as Cias. Aéreas e um hangar para lavagem de aeronaves com sistema de disposição de resíduos oleosos.
SECINC (combate a incêndio)	Prever no mínimo o que a legislação exige.
Sistemas complementares	Incluindo infra-estrutura básica, sistema viário interno, paisagismo, urbanismo e obras complementares.
Pista de emergência	Será a própria pista para aeronave de asa fixa.
Pista de pouso e decolagem	1 (no mínimo de 1.200 metros)
Pista de táxi	O que for necessário para atender aos 20 pátios de estacionamento das aeronaves e executar uma operação segura.
Posições de estacionamento de aeronaves	40 (para helicópteros de médio e grande porte).
Torre de controle	1 (operação 24 horas, embora a rotina da operação seja apenas com a luz do dia).
Demandas Anuais previstas para o Novo Aeroporto	
Pouso e decolagem (máximo previsto para o ano de 2012)	Helicóptero Grande Porte = 10.736. Helicóptero Médio Porte = 34.154.
Movimentação de Passageiros	520.000 (máximo previsto para o ano de 2012).
Conexão de passageiros do Aeroporto de Macaé para o Novo Aeroporto de São Tomé	12.250 pax/mês (a previsão inicial é a de se utilizar aviões do porte do Brasília).

Foram realizadas reuniões com representantes da Petrobrás para definição dos requisitos de projeto. Esses requisitos foram discutidos e a análise de consistência dos requisitos operacionais ocasionou a mudança de alguns parâmetros, como mudança da aeronave de projeto para o B-737 e o aumento da quantidade de ilhas para estacionamento das aeronaves de asa rotativa, passando de 20 para 40 [3].

Os requisitos do TPS foram mantidos e foi realizado um pré-dimensionamento do mesmo. Considerando um volume de 240 passageiros na hora-pico e utilizando índice de 12 m² por passageiro, a área mínima do TPS obtida foi de 3000 m².

3.3 Busca de Informações

O processo de concepção compreende como atividade essencial o conhecimento dos aspectos técnicos diferenciados do empreendimento. Essa etapa preliminar pode ser denominada de maneira geral como busca de informações e inclui no seu escopo a realização de visitas técnicas, com o intuito de ter uma visão geral das particularidades operacionais de vôos de asa rotativa. Essas particularidades influem diretamente sobre as atividades e os processos operacionais do terminal de passageiros. As visitas foram ao Grupamento Especial de Ensaio em Vôos (GEEV) e ao Centro de Aviação do Exército (CAVEX). Devido às condições especiais de vôos de aeronaves de asa rotativa, o processo de *check-in* exige a realização de pesagem dos passageiros, além da pesagem das bagagens.

Foi realizada também uma viagem ao município de Macaé, com as seguintes atividades: (1) reunião coordenada pela Petrobrás, com a presença dos principais prestadores de serviço de transporte de helicópteros na região e das várias áreas da Petrobrás com interesse no empreendimento; (2) visitas ao Aeroporto de Macaé e ao Heliporto de Farol de São Tomé.

A visita ao terminal de passageiros do Aeroporto de Macaé permitiu o conhecimento dos atuais procedimentos operacionais. O terminal, projetado para atender uma demanda inicial de passageiros decorrente do início das operações *off-shore* da Petrobrás na Bacia de Campos, nos anos 80, hoje conta com uma pista de 1.200 m x 30 m. O pátio de estacionamento tem capacidade atual de 38 posições e um terminal de passageiros com 900 m², para permitir o movimento de 135.000 passageiros de aeronaves de asa rotativa ao ano. Embora exista um programa de reformas bem definido pela INFRAERO, as instalações atuais não comportam o movimento operacional presente, assim este aeroporto não cumpre as exigências estipuladas pela Petrobrás, principal cliente do aeroporto.

Atualmente, as seguintes empresas aéreas estão homologadas para operarem em Macaé: Aerólio Táxi Aéreo, Helivia Aerotaxi, Team, Atlas Táxi Aéreo, Líder Táxi Aéreo, BHS-Táxi Aéreo, Ocean Air, Castle Air, Omni Táxi Aéreo, Emar Táxi Aéreo e sênior Táxi Aéreo.

Com a visita, foram procedidas a observação dos fluxos de passageiros e bagagens, a avaliação dos procedimentos operacionais adotados e a caracterização da demanda, constituída de funcionários para os vôos diários de troca de turno nas plataformas. Foi possível ainda acompanhar de perto as inúmeras dificuldades apresentadas ao cumprir algumas das fases que compõem este tipo de vôo no Aeroporto de Macaé, através de viagem de helicóptero realizada ao Heliporto de São Tomé.

O processo de embarque apresenta as fases: (1) chegada ao meio-fio através de *vans*, ônibus ou carros de passeio (táxi ou particular); (2) espera no saguão ao início do processo de *check-in*; (3) identificação e registro do peso do passageiro no balcão de *check-in*; (4) inspeção manual das bagagens, através de abertura compulsória dos volumes; (5) registro no balcão de *check-in* do volume e peso da bagagem, separação da mesma e entrega da ficha de embarque; (6) acesso à sala de embarque com vistoria individual; (7) espera na sala de embarque; (8) recebimento de instruções de segurança no *briefing* em solo (obrigatório na operação de aeronaves de asa rotativa); (9) saída pelo portão de embarque.

O processo de desembarque conta as seguintes fases: (10) passagem pelo portão de desembarque; (11) recuperação da bagagem; (12) inspeção visual da bagagem desembarcada; (13) passagem pelo saguão de desembarque; (14) saída no meio-fio.

Foi verificada, portanto, a existência de peculiaridades não observáveis nos demais aeroportos brasileiros:

- Pesagem dos passageiros e adequação das bagagens a um volume limitado, procedimento necessário devido à capacidade limitada de transporte das aeronaves de asa rotativa.
- Fiscalização rigorosa das bagagens, por se tratar de transporte de funcionários, a companhia deve se assegurar que a bordo das plataformas não há nada que possa ocasionar risco à segurança do trabalho e dos próprios funcionários.
- Realização de *briefing* com instruções de emergência e segurança do vôo de helicóptero, cuja realização é obrigatória para todos os passageiros antes do embarque em aeronaves de asa rotativa.

- Revista dos passageiros e das bagagens desembarcados advindos das plataformas, com o objetivo de preservar o patrimônio da empresa detentora das plataformas.

O acompanhamento *in loco* das diversas atividades propiciou o conhecimento prévio das atividades do terminal e viabilizou a estruturação dos questionários que viriam a ser aplicados durante a segunda viagem a Macaé. Nessa viagem foi realizada a visita técnica ao terminal de passageiros do Aeroporto de Macaé, com aplicação de questionários aos principais interessados na concepção do empreendimento: passageiros e funcionários do terminal e das empresas aéreas. Os resultados dessa pesquisa se encontram no próximo capítulo.

4 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo foi realizada durante a segunda visita ao Aeroporto de Macaé através da aplicação de questionários com os interessados na concepção do projeto. Neste grupo, citam-se: os usuários do terminal (funcionários ou não da Petrobrás); os funcionários das companhias aéreas; os profissionais das áreas de segurança patrimonial, segurança de vôo, programação de vôo e; demais envolvidos nas atividades do terminal e do lado terrestre em geral.

Essa pesquisa de campo visou a conhecer as particularidades da operação do terminal, tanto do ponto de vista dos usuários quanto do ponto de vista dos profissionais atuantes no novo complexo aeroportuário. Com isso, procuraram-se também indicações dos problemas da atual infra-estrutura aeroportuária disponibilizada.

Foram dois os tipos de questionário aplicados (Anexo A): um para os usuários e outro para os funcionários. Foi disponibilizado um espaço para sugestões de todos os entrevistados. Através dessas entrevistas e das informações anteriormente obtidas, foi possível elaborar um conjunto sistematizado de necessidades para o uso do novo terminal de passageiros, ou seja, o programa de necessidades. Esse programa ajudou a nortear as decisões a serem tomadas nas etapas seguintes do projeto.

4.1 Resultados das Entrevistas

4.1.1 Dos Usuários do Terminal

Procurou-se realizar o máximo de entrevistas possível, de modo a produzir um bom banco de reclamações a respeito do terminal de passageiros atual. Através dessas reclamações e de algumas sugestões colhidas nos questionários, o novo terminal será concebido de forma a atendê-las da melhor maneira possível.

Resultado: 48 entrevistas

O modo de acesso dos usuários ao terminal foi indagado no questionário, o que possibilitou a obtenção da distribuição do percentual de usuários por tipo de veículo no modal terrestre (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de Usuários por Tipo de Veículo

Tipo de Veículo	Usuários por Tipo de Veículo (%)
Carro de Passeio	27,5
Van	17,5
Ônibus	55,0

A pergunta (2) teve o objetivo de estimar a magnitude de utilização do estacionamento e forma com que esta ocorre: utilização temporária durante a espera para embarque/desembarque ou; por longos períodos enquanto os funcionários trabalham nas plataformas. Essa pergunta se aplica apenas ao grupo de passageiros que acessa o terminal por meios próprios, que representam 17,5% dos passageiros (9 entrevistados) e destes 33% (3) deixam o carro no estacionamento. Nenhum dos entrevistados respondeu que deixa o carro no estacionamento até a volta da plataforma.

O tempo de ocupação médio do saguão de embarque, antes do início do processo de *check-in*, foi obtido através da pergunta (3) do questionário. Foi calculada então a média dessas respostas: 28,5 minutos.

As demais perguntas do questionário se referem ao nível de serviço sentido pelos usuários com respeito aos diversos componentes do terminal. Algumas delas procuraram coletar dos usuários reclamações e sugestões para que os processos de embarque e desembarque fossem realizados mais adequadamente.

O nível de conforto foi considerado Péssimo por 23 dos entrevistados (48%), Insatisfatório por 13 (27%), Regular por 10 (21%) e Bom por 2 entrevistados (4%). Claramente, o nível de conforto atual sentido pelos usuários está bem aquém das necessidades que qualquer terminal de passageiros deve suprir aos mesmos.

O ambiente do terminal de passageiros do aeroporto de Macaé por si só é desgastante. A ventilação deficiente o torna extremamente abafado, uma parte também devido à pequena capacidade de comportar os passageiros, gerando um ambiente conturbado e congestionado. Algumas sugestões foram: colocação de ar-condicionado na sala de espera para embarque e construção de um terminal com um vão livre amplo o suficiente de forma a permitir uma circulação de ar eficiente para o equilíbrio térmico. Além disso, discutiu-se ainda a possibilidade de colocação de bebedouros de água mineral no terminal.

Quanto à capacidade, grande parte das entrevistas tocou nesse ponto, devido à acumulação de pessoas que ocorre, gerando um evidente confinamento dos usuários, em um local que não foi projetado para o movimento atual do aeroporto.

Outra sugestão foi a de separação entre os passageiros próximos do horário de embarque daqueles que ainda devem aguardar tempo superior à uma hora, horário quando normalmente começa ser realizado o *check-in*. Essa sugestão foi feita ainda por um funcionário de uma das empresas aéreas.

A falta de assentos foi outro aspecto bastante observado e este resulta na grande quantidade de passageiros sentados no chão e no meio-fio do terminal, fato que influencia diretamente na imagem da empresa sobre o modo como seus funcionários são tratados. Essa questão torna-se assim muito importante. As salas em que os passageiros passam grande parte do tempo em espera, como a sala de pré-embarque, devem comportar quantidade razoável de assentos.

A deficiência dos serviços oferecidos é decorrente da própria falta de capacidade do terminal. Assim, por parte dos usuários, os serviços considerados mais deficientes foram o bar/café, os sanitários e os de telefonia. Percebeu-se a necessidade de um sistema adequado com lanchonetes, cafés e restaurante para atender não somente aos passageiros, como aos funcionários do aeroporto. Não se constatou grande necessidade de agências bancárias, de forma que é necessário um estudo mais detalhado por parte das próprias interessadas neste tipo de concessão comercial.

4.1.2 Dos Funcionários da Petrobrás

Buscou-se dos funcionários da Petrobrás que trabalham no terminal, especificamente, aqueles da segurança de vôo e do planejamento de operações, as necessidades desses setores, bem como as necessidades administrativas como um todo. Esses funcionários puderam apenas relacionar as necessidades da seção de trabalho a que pertencem: uma área para aproximadamente 15 funcionários, com uma sala para a segurança de vôo e uma para o apoio aéreo, ambas com visão plena do pátio de asa rotativa para um controle mais imediato das operações que estão ocorrendo, permitindo fluxo mais rápido de informações. Além destas, faz-se necessária uma sala de reuniões, bem como instalações de apoio ao trabalho, como copa e banheiros.

Os funcionários do setor de segurança de vôo são responsáveis pela realização do *briefing* dos passageiros, com duração de 10 minutos.

Segundo eles ainda, a área administrativa do complexo aeroportuário deve estar em contato com o terminal de passageiros de preferência por um único acesso, para maior segurança e controle da área.

Foi verificada ainda a necessidade de uma área de embarque/desembarque VIP, destinada às comitivas visitantes e passageiros esporádicos, cujo processo de embarque se configura dentro de certas condições especiais. O *briefing* pode ser realizado nessa mesma sala e não é necessário que os passageiros passem pelo processo de *check-in* na área de embarque de asa rotativa comum.

4.1.3 Dos Funcionários do Terminal

Foi aplicado o questionário a alguns poucos funcionários do terminal, devido à falta de tempo destes para atendimento. Assim, não foi possível criar um banco de reclamações e sugestões como no caso anterior. Procurou-se então manter contato com alguns funcionários das empresas aéreas responsáveis pelas operações das mesmas, ou seja, os gerentes de operações.

Segundo estes, o ideal seria um terminal que separasse os passageiros de aeronaves de asa rotativa daqueles de asa fixa, devido aos diferentes processos pelos quais estes devem passar. A parte destinada aos passageiros de aeronaves de asa fixa seguiria os mesmos padrões definidos em qualquer aeroporto de porte regional.

A parte destinada aos passageiros de asa rotativa deve possuir, na concepção dos entrevistados, alguns aspectos diferenciados. A área de *check-in* deve ser separada do saguão principal, sendo dimensionada para os passageiros cujo horário de embarque ocorra na próxima hora, pelo menos. Essa área deve possuir ainda um balcão de informações à entrada. Assim, o passageiro irá para essa sala somente quando estiver próximo do horário de seu *check-in*, durante o qual é feita a pesagem e revista da bagagem e pesagem do passageiro. Após o processo de *check-in*, o passageiro deve esperar até o horário do seu embarque, sendo colocados assentos e TVs para seu conforto. Após a espera, o passageiro se encaminha para a sala de pré-embarque, conectada com as salas de *briefing*, sendo necessários dois tipos de salas, uma para os passageiros de helicópteros de grande porte e outra para os de pequeno porte.

O desembarque desses passageiros possui alguns outros aspectos diferenciados. Além da área de restituição de bagagens, há necessidade de áreas destinadas às inspeções das

bagagens e individual dos passageiros. Após essa revista, o passageiro pode se encaminhar para o saguão de desembarque.

5 IDEALIZAÇÃO DO FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES DO TERMINAL

Desenvolvido para permitir o transporte dos funcionários através de helicópteros para as plataformas onde trabalham, os principais fluxos de passageiros estão relacionados com o lado de asa rotativa. Assim, o fluxo de passageiros entre o lado aéreo de asa fixa e o lado terra deve ser praticamente nulo. Os funcionários que irão embarcar no lado de asa rotativa podem chegar ao terminal por meios terrestres ou através de aeronaves de asa fixa. Da mesma forma, aqueles que desembarcam no lado de asa rotativa advindos das plataformas podem deixar o terminal tanto pelo lado terra quanto por aeronaves de asa fixa. No entanto, no terminal não está previsto o transporte de passageiros entre o lado terra e as aeronaves de asa fixa, sendo desconsiderado neste estudo. Essa característica demonstra uma grande peculiaridade desse complexo aeroportuário, pois difere de quaisquer outros aeroportos do Brasil, cujo principal fluxo de passageiros ocorre entre o lado terra e o lado aéreo.

Dessa forma, são duas as principais direções dos fluxos de passageiros:

- Entre o lado de operação de aeronaves de asa fixa e o lado de operação de aeronaves de asa rotativa;
- Entre o lado de operação de aeronaves de asa rotativa e o lado terra (Figura 1).

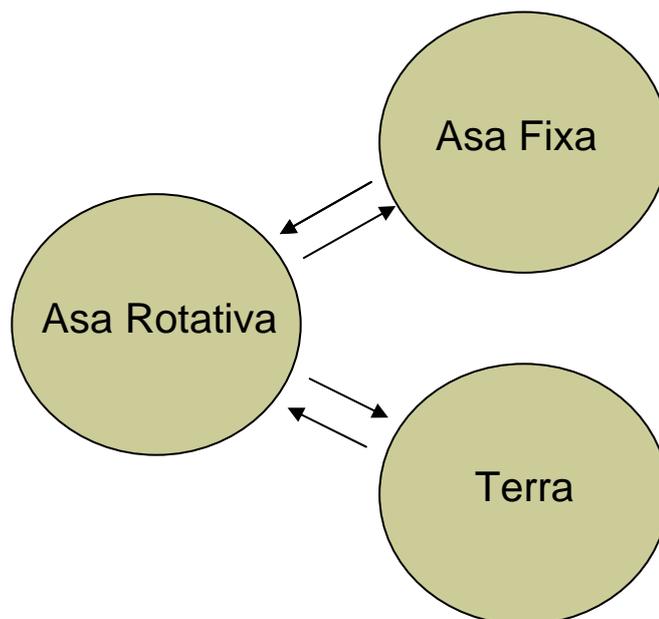


Figura 1: Principais Fluxos de Passageiros

Os lados aéreos devem estar dispostos opostos um ao outro (Figura 2), posicionamento que leva em consideração o requisito de operações simultâneas. Dessa forma, o terminal tem como função interligar o modal aéreo de aeronaves de asa rotativa com o meio-fio de veículos terrestres e o modal aéreo de aeronaves de asa fixa, funcionando como interface entre esses três lados.



Figura 2: Terminal com Três Lados Operacionais

O terminal, em sua área operacional, pode ser dividido em cinco subáreas:

- a) Área de interface com o meio-fio de veículos terrestres (T)
- b) Embarque de asa rotativa (E R)
- c) Desembarque de asa rotativa (D R)
- d) Embarque de asa fixa (E F)
- e) Desembarque de asa fixa (D F)

Diante do que foi exposto (Figura 2), verifica-se a existência de quatro linhas de fluxo:

- $T \rightarrow E R$
- $D R \rightarrow T$
- $D F \rightarrow E R$
- $D R \rightarrow E F$

A idealização do fluxograma das atividades do terminal passa pela resolução da questão de como posicionar as áreas operacionais deste de forma que as linhas de fluxo existentes entre elas não se cruzem. Um dos caminhos para esta análise é o processo de simples disposição dessas áreas conjuntamente com as linhas de fluxo existentes. As posições das áreas devem ser trocadas até que se ache uma disposição o mais ideal possível: sem

cruzamento de linhas de fluxo. A Figura 3 apresenta uma solução simples que respeita esse requisito.

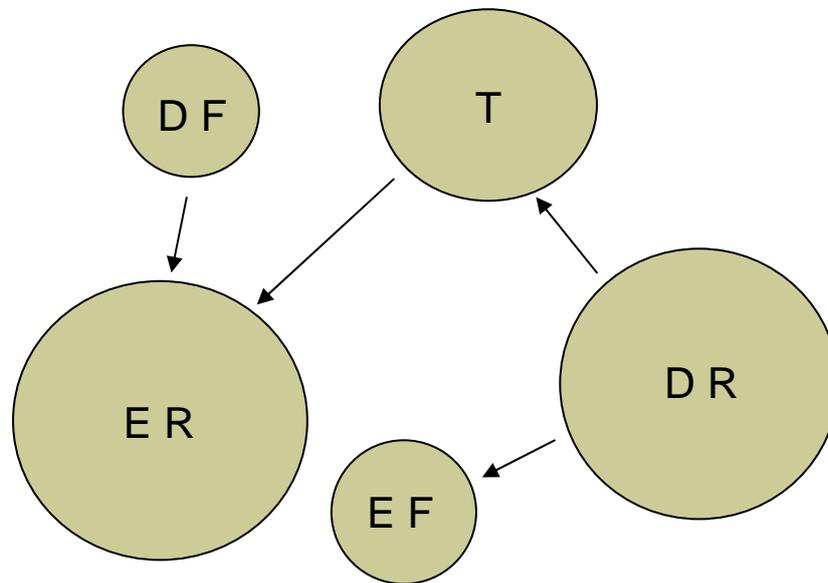


Figura 3: Solução de Fluxograma sem Cruzamento de Linhas

No entanto, esta solução não pode ser adotada, pois ela separa as áreas operacionais de desembarque de asa fixa (D F) e embarque de asa fixa (E F), colocando esta última do mesmo lado das áreas operacionais de aeronaves de asa rotativa. Dessa forma, não pode ser cumprido o requisito operacional de operação simultânea de aeronaves de asa fixa e de asa rotativa, que foi adotada no Projeto Conceitual [4]. As soluções da Figuras 4 atendem a esse requisito, posicionando as áreas de asa fixa do mesmo lado e no lado oposto as áreas de asa rotativa.

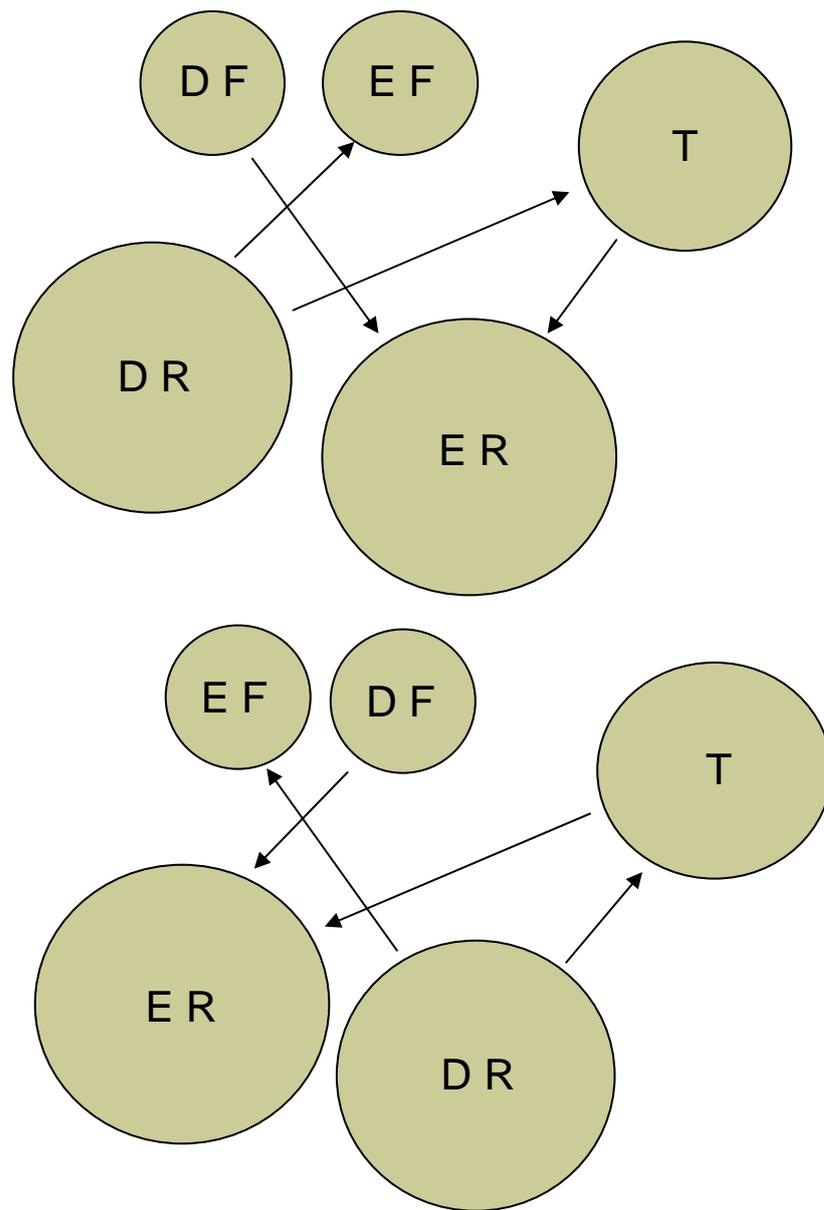


Figura 4: Soluções de Fluxograma que Permitem Operação Simultânea

No entanto, nessas soluções há dois cruzamentos de fluxos. Este fato pode ser evitado invertendo as áreas (E F) e (D F) da segunda solução da Figura 4, resultando ainda em um cruzamento de fluxos de passageiros (Figura 5).

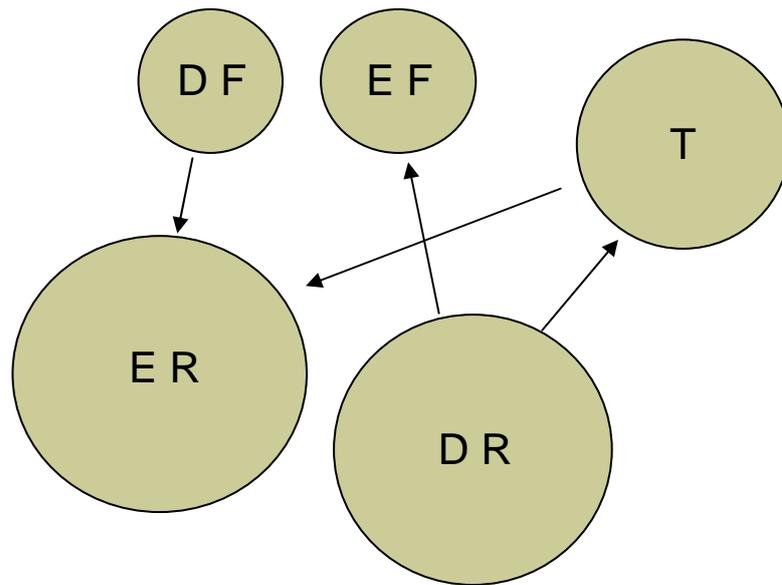


Figura 5: Solução de Fluxograma com um Cruzamento

Como se pode verificar, apesar de indesejável, o cruzamento de linhas de fluxo é inevitável, para que se garantam os requisitos de projeto e haja a separação entre os dois lados aéreos. Esta última solução apresenta um cruzamento de fluxos entre os passageiros que irão embarcar nas aeronaves de asa fixa e aqueles provenientes do meio-fio e pretendem embarcar nas aeronaves de asa rotativa. Os efeitos desse cruzamento podem ser minimizados prevendo espaços para circulação que proporcionem um caminho livre de obstáculos para o fluxo entre (D R) e (E F).

6 DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES DO TERMINAL

O fluxo de passageiros do terminal de passageiros é, segundo os requisitos do projeto, de 520.000 passageiros anuais. O cliente forneceu ainda dados sobre a previsão do número de movimentos anuais a partir de 2009 até o ano de 2020 (Figura 6). Nos requisitos de projeto está definida a utilização de dois tipos de aeronaves de asa rotativa: o S-61, de grande porte, com capacidade para 23 passageiros e; o S-76, de médio porte, com capacidade para 13 passageiros.

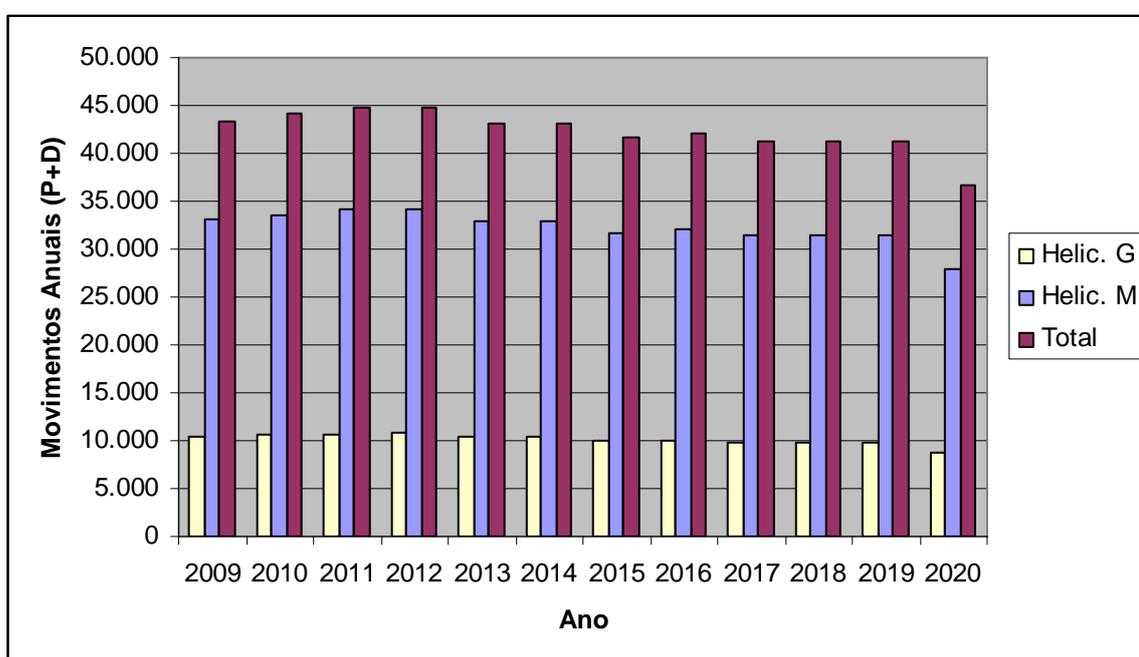


Figura 6: Previsão de Movimentos de Aeronaves de Asa Rotativa [3]

Foram solicitados ainda ao cliente mais dados referentes à movimentação prevista para o complexo. Destes, os seguintes parâmetros e suas respectivas respostas são de interesse para o dimensionamento do terminal: número de dias de operação por semana – constante nos 7 dias da semana (variando naturalmente a frequência de um dia para o outro); faixa horária de operação diária – de 06:00 às 18:00 e; estimativas da utilização das aeronaves de projeto por voo – utilização de 80% para o S-76 e 79% para o S-61.

O ano de 2012 apresenta o maior movimento previsto (Figura 6), tanto para aeronaves de grande porte como para aeronaves de médio porte. O número de operações diárias (Tabela 3) foi obtido dividindo os movimentos anuais por 365 ($10.734/365 = 30$; $34.154/365 = 94$),

dado que a operação de acesso às plataformas é contínua, mesmo em fins de semana e feriados.

Tabela 3: Previsão de Movimentos de Helicópteros para 2012

Tamanho do Helicóptero	Movimentos Anuais (Pousos+Decolagens)	Número de Operações Diárias
Grande (S-61)	10.734	30
Médio (S-76)	34.154	94

A estimativa de passageiros anuais foi obtida através do produto do número de movimentos anuais (Tabela 3) com a ocupação prevista de passageiros (Tabela 4). O total de passageiros anual resultante corresponde à demanda indicada nos requisitos de projeto.

Tabela 4: Estimativa de Passageiros Anuais para 2012

Tamanho do Helicóptero	Capacidade de Passageiros	Utilização Média	Ocupação Prevista de Passageiros	Estimativa de Passageiros Anuais
Grande (S-61)	23	80%	18 (=23x0,80)	193.212
Médio (S-76)	13	79%	10 (=13x0,79)	341.540
Total Anual				534.752

Dividindo o valor do número de operações diárias previstas para 2012 (Tabela 3) pelo número de horas de operação (12 horas), foi obtido o número de operações por hora ($30/12 = 2,5$; $94/12 \approx 8$). O número de passageiros por hora foi obtido dividindo o número de passageiros anuais pelo total de horas de operação no ano:

- Aeronave de Grande Porte: $193.212 / (365 \times 12) = 44$;
- Aeronave de Médio Porte: $341.540 / (365 \times 12) = 78$.

A Tabela 5 apresenta essas contabilizações do fluxo de aeronaves e passageiros por hora de operação do novo terminal.

Tabela 5: Distribuição dos Passageiros entre os Tipos de Aeronaves de Asa Rotativa

Tamanho do Helicóptero	Número de Passageiros Anuais	Número de Operações por Hora	Número de Passageiros por Hora
Grande (S-61)	193.212	3	44
Médio (S-76)	341.540	8	78
Total	534.752	11	122

Esses números foram obtidos para o caso de operação bem distribuída ao longo do dia. No entanto, a operação das aeronaves de asa rotativa não será bem distribuída ao longo das 12 horas. Uma operação bem distribuída não leva em conta a utilização sobrecarregada do terminal em certos períodos do dia, como no início da manhã e no fim da tarde, e a resultante utilização reduzida em outros.

Com os dados fornecidos de previsões de utilização, o modelo de quantificação de demanda utilizado nesse trabalho é do tipo empírico e dentre os modelos empíricos, o fundamentado no conceito de momento de maior solicitação será empregado.

A utilização do conceito de momento de maior solicitação visa a dimensionar o terminal para um momento de solicitação considerável que ocorre com alguma frequência. A obtenção desse momento será feita através da análise do processamento de embarque do terminal.

O processamento de embarque inicia-se uma hora antes do horário para embarque. Os passageiros de um mesmo voo normalmente chegam quase juntos para o *check-in*, já que o transporte até o terminal é fornecido pela Petrobrás e a quase totalidade já está reunida no saguão com certa antecedência. As companhias responsáveis pelos voos que operam hoje no Aeroporto de Macaé têm 30 minutos para realização do *check-in*. Esse dado será utilizado na concepção do novo terminal.

Esse período de 30 minutos será dividido em um período de 10 minutos em fila, em que o passageiro aguarda seu atendimento no balcão, e outro de 20 minutos de espera, tanto para início do *check-in* quanto para autorização de encaminhamento dos passageiros para a sala de pré-embarque. Esse período de 10 minutos é o tempo máximo estipulado para atendimento de todos os passageiros do voo.

A determinação do momento de maior solicitação será realizada para esses 20 minutos de espera, através da sobreposição de fluxos de diversos voos. Devem ser consideradas a quantidade e o porte das aeronaves dos voos programados para esse período crítico. A Tabela 6 apresenta quantificações do fluxo de embarque do terminal a serem utilizados nessa análise. Esse fluxo corresponde à metade do fluxo total do terminal.

Tabela 6: Fluxo e Quantidade de Operações de Embarque

Tamanho do Helicóptero	Número de Operações por Hora – Total	Número de Operações por Hora – Embarque	Número de Passageiros por Hora – Embarque	Número de Passageiros por 20 min - Embarque
Grande (S-61)	2,5	1,25	22,1	7,4
Médio (S-76)	8,0	4,0	39,0	13,0
Total	10,5	5,25	61,1	21,3

Os valores dos números de operações não foram arredondados, pois tal ação resultaria numa análise errônea do momento de maior solicitação. A quantidade de operações de embarque será analisada para um período de 4 horas, permitindo assim que se trabalhe com valores inteiros no número de operações por hora: 5 (= $4 \times 1,25$) operações de aeronaves de grande porte e 16 (= 4×4) de aeronaves de médio porte. A última coluna da Tabela 5 mostra que, a cada 20 minutos, há em média 21,3 passageiros a serem processados, entre vôos de aeronaves de grande porte e de médio porte.

Considerando a ocupação prevista das aeronaves (Tabela 4), nesses 20 minutos podem ocorrer as seguintes composições de operações:

- (a) um vôo de aeronave grande: 18 passageiros;
- (b) dois vôos de aeronaves médias: $10 \times 2 = 20$ passageiros;
- (c) um vôo de aeronave grande e um vôo de aeronave média: $18 + 10 = 28$ passageiros;
- (d) três vôos de aeronaves médias: $10 \times 3 = 30$ passageiros.

Duas dessas composições, (a) e (b), correspondem a, em média, menos de 20,3 passageiros. Logo, para que se mantenha a média de passageiros em cada período de 20 minutos, devem ocorrer períodos em que haja operação de mais aeronaves, como em (c) e (d).

Em um período de 4 horas, correspondente a 12 períodos de 20 minutos, deve ocorrer as seguintes composições de operações: 4 períodos do tipo (a); 6 períodos do tipo (b); 1 período do tipo (c) e; 1 período do tipo (d). A tabela 7 apresenta uma possibilidade de programação para esses 12 períodos:

Tabela 7: Exemplo de Programação das Operações de Embarque

Períodos	1ª Hora			2ª Hora			3ª Hora			4ª Hora			Total
Tipo de Composição	(a)	(b)	(b)	(a)	(b)	(b)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(d)	5G 16M
Operações	1G	2M	2M	1G	2M	2M	1G	2M	1G 1M	1G	2M	3M	
Nº. de Passageiros por Hora	58			58			66			68			250

Nesse exemplo de programação, a hora crítica é a quarta hora, em que há 68 passageiros. No entanto, podem ocorrer horas mais críticas do que essa, por exemplo, considerando a programação na mesma hora das composições dos tipos (c) e (d). Há então duas possibilidades: duas composições do tipo (c) e uma do tipo (d), ou duas composições do tipo (d) e uma do tipo (c). A Tabela 8 mostra essas possibilidades de programação:

Tabela 8: Duas Possibilidades de Programação na Hora Crítica das Operações de Embarque

Períodos	Hora Crítica 1			Hora Crítica 2		
Tipo de Composição	(c)	(d)	(c)	(d)	(c)	(d)
Operações	1G 1M	3M	1G 1M	3M	1G 1M	3M
Nº. de Passageiros por Hora	86			88		

A hora crítica 2 apresenta a maior demanda, 88 passageiros, e pode ser designada como a hora de máxima solicitação dos componentes de embarque. A demanda dos componentes de desembarque de aeronaves de asa rotativa será considerada como igual a essa definida para os componentes de embarque: 88 passageiros.

A movimentação de passageiros em aeronaves de asa fixa está prevista, segundo os requisitos de projeto, em 12.250 passageiros por mês. Ao ano, essa movimentação corresponde a 147.000 passageiros, representando 28% do total de passageiros movimentados por aeronaves de asa rotativa. Será considerada operação diária distribuída por 10 horas, já que a solicitação dos componentes de aeronaves de asa fixa é bem menor em relação aos componentes das aeronaves de asa rotativa. Com isso, procura-se eliminar a possibilidade de sub-aproveitamento daqueles componentes.

Essa demanda de 12.250 passageiros mensais corresponde a 409 passageiros diários, isto é, aproximadamente 41 passageiros por hora (Tabela 9). Esse movimento pode

representar 2 a 3 vôos de EMB-120 (Brasília) por hora, dependendo da utilização da aeronave, cuja capacidade total é de 30 passageiros.

Tabela 9: Fluxo de Passageiros de Aeronaves de Asa Fixa

Número de Passageiros Anuais	Número de Passageiros por Dia	Número de Passageiros por Hora
147.000	409	41

O número de vagas no estacionamento pode ser obtido utilizando o resultado da pesquisa de campo referente à utilização dessa área (Tabela 2). O número de usuários que deixa o carro no estacionamento até a volta das plataformas será estimado em 1% do total. Estes permanecem nas plataformas durante 15 dias, e aplicando a proporção estimada e a demanda anual (Tabela 1), o resultado é uma necessidade de 256 vagas. Para os usuários temporários do estacionamento, são necessárias 50 vagas. O resultado é de cerca de 300 vagas, valor próximo da quantidade adotada no Projeto Conceitual [3]. Essa estimativa apenas mostra que o resultado ficou próximo daquele adotado.

O dimensionamento do terminal será dividido em seis seções, as cinco primeiras correspondentes às áreas operacionais principais (Figura 5): meio-fio, embarque e desembarque de aeronaves de asa rotativa e, embarque e desembarque de aeronaves de asa fixa e; a última referente às áreas não operacionais.

6.1 Meio-Fio

O número de vagas no meio-fio (n_v) a serem alocadas para cada veículo pode ser determinado através da fórmula:

$$n_v = \frac{N \cdot p \cdot t}{60 \cdot n}$$

Onde:

N = demanda de passageiros na hora de maior solicitação;

p = percentual de usuários por tipo de veículo;

t = tempo de permanência por tipo de veículo (em minutos);

n = número de passageiros por veículo.

O número de passageiros na hora de movimentação crítica será considerado o mesmo para processos de embarque e desembarque:

$$N_{Emb} = N_{Desemb} = N = 88 \text{ passageiros}$$

Os dados da pesquisa referentes à distribuição de utilização do meio-fio por tipo de veículo (Tabela 2) serão utilizados. Os tempos de permanência no meio-fio e o número médio de passageiros por veículo serão estimados, a partir de observações da pesquisa de campo. Apesar de o tempo de permanência do processo de desembarque ser um pouco maior que o do processo de embarque normalmente, será considerado o valor crítico entre ambos. Os comprimentos necessários no meio-fio para cada um dos tipos de veículos foram determinados pela pesquisa de campo.

Tabela 10: Valores Adotados para Cálculo do Comprimento do Meio-Fio (Embarque ou Desembarque)

Veículo	Comprimento (m)	Tempo de Permanência (min)	Número Médio de Passageiros por Veículo	Número de Vagas
Carro de Passeio	6,0	3	2,5	0,5
Van	8,0	5	8	0,2
Ônibus	15,0	6	25	0,2

Os valores do número de vagas obviamente devem ser inteiros, assim os valores obtidos (Tabela 10) devem ser arredondados para cima. Devido a maior proporção de utilização de carros de passeio que de vans, o valor de n_v do primeiro tipo de veículo será de

duas vagas em vez de apenas uma, como prevê o arredondamento. A Tabela 11 apresenta esses valores corrigidos e o comprimento final do meio-fio de embarque ou desembarque.

Tabela 11: Comprimento do Meio-Fio (Embarque ou Desembarque)

Veículo	Comprimento por Veículo (m)	Número de Vagas Corrigido	Comprimento de Meio-Fio (m)
Carro de Passeio	6,0	2	12,0
Van	8,0	1	8,0
Ônibus	15,0	1	15,0
Total			35,0

O comprimento total do meio-fio é o dobro do obtido anteriormente.

$$L_{Meio-Fio} = 70 \text{ m}$$

O empreendimento possui aspectos diferenciados que influenciam no dimensionamento do meio-fio. Os passageiros chegam ao terminal em grupos, em sua maioria através de ônibus, ou seja, em curtos períodos de tempo a solicitação do meio-fio se torna crítica. Recomenda-se que seja projetado um meio-fio duplo, sendo o segundo previsto especificamente para ônibus e devendo conter espaço pelo menos para mais duas vagas. A operação de mais um meio-fio será importante no período inicial de atividade do empreendimento, quando grande parte da demanda de passageiros deve chegar principalmente de ônibus, por não conhecer detalhadamente os acessos ao terminal. Estarão disponíveis então nesse período duas vagas para ônibus no meio-fio de embarque e mais duas no de desembarque.

6.2 Embarque de Asa Rotativa (E R)

6.2.1 Saguão de Embarque

O número de passageiros na hora de movimentação crítica para os componentes de embarque será:

$$N_{Emb} = 88 \text{ passageiros}$$

Foi considerada a existência de um voo de asa fixa em que seus passageiros devem ser computados como em trânsito no dimensionamento, devido a possível utilização do saguão, enquanto aguardam o horário de seu voo de asa rotativa. Será considerado o caso crítico: 30 passageiros em trânsito, correspondente à capacidade do EMB-120.

Um dos resultados da pesquisa é o tempo médio de antecedência ao horário previsto de embarque com que os passageiros chegam ao terminal. Este dado foi usado como o tempo de ocupação média do saguão: 28,5 min.

Quanto ao número de visitantes por passageiro, observou-se durante a visita ao aeroporto de Macaé que uma parte mínima dos passageiros está acompanhada e que o número de visitantes também é bem pequeno. Será estimado em 0,1 o número de visitantes por passageiro, incluindo os acompanhantes.

Dependendo do nível de serviço, dentre aqueles aceitáveis – de D (nível adequado de serviço) até A (excelente nível de serviço) – a IATA [1] recomenda índices de dimensionamento para as áreas de espera e/ou circulação entre 1,5 e 2,7 m² por ocupante. Um dos requisitos de projeto é a adoção do nível de serviço B.

Considerando nível de serviço B, o índice adotado é 2,3 m² por ocupante, com fator de segurança 10%:

– Área do Saguão

$$S = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times \frac{28,5 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times \frac{3}{2} \times (1,1 \times 88 \text{ pax} + 30 \text{ pax}) \times 1,1 = 229 \text{ m}^2$$

A quantidade de assentos no saguão de embarque foi baseada nos dados da FAA [7], em que caso haja sala de pré-embarque para os passageiros de todos os voos, o número de assentos deve corresponder de 15% a 25% do número de usuários (passageiros e visitantes) na hora-pico. Adotou-se o índice de 20%, considerando nível de serviço bom, fator 0,1 visitantes por passageiro e fator de segurança 10%.

– *Número de Assentos*

$$NA_{ss} = (20\%) \times (88 + 30) \times 1,1 \times (1 + 0,1) = 29 \text{ assentos}$$

6.2.2 *Check-in*

Devido às condições ímpares a que o passageiro de asa rotativa deve estar exposto na sua espera para *check-in*, essa atividade será realizada numa área separada fisicamente do saguão. O passageiro terá sua entrada controlada na área designada para essa atividade e será permitida entrada somente àqueles com até uma hora de antecedência ao horário de embarque. O controle deve ser realizado por um balcão à entrada da área de *check-in*, que também deve conter informações sobre os horários atualizados dos vôos, atrasos e quaisquer outras informações de interesse dos passageiros.

O tempo de atendimento na fila do balcão de *check-in* é em média de 1,5 minutos por passageiro, de acordo com a pesquisa. Considerando o número de passageiros a serem atendidos por tipo de aeronave, o tempo total de atendimento é:

- Aeronave de Grande Porte: $18 \times 1,5 = 27$ min.
- Aeronave de Médio Porte: $10 \times 1,5 = 15$ min.

Como todos os passageiros chegam à fila praticamente ao mesmo tempo, deve estar disponível um número de balcões tal que o tempo máximo de atendimento em fila, 10 minutos, não seja superado.

Dessa forma, aproximando os números anteriores, há necessidade de três e dois balcões para o atendimento do *check-in* de vôos de aeronave de grande porte e médio porte, respectivamente. Analogamente, pode-se obter a demanda de balcões para as composições de vôos consideradas:

- (a) 1G: três balcões;
- (b) 2M: quatro balcões;
- (c) 1G e 1M: cinco balcões;
- (d) 3M: seis balcões.

Os balcões de atendimento são de uso comum das companhias operantes no terminal. Logo, deve haver um intervalo para desocupação do balcão antes que o *check-in* do próximo vôo possa ser realizado. Esse intervalo está incluído no tempo total disponível para realizar o *check-in*, ou seja, 30 minutos, que é o tempo de utilização de qualquer balcão.

A obtenção do número de balcões necessários utiliza o conceito de solicitação crítica, advinda da utilização simultânea dos balcões por diversos vôos. O período de 20 minutos de espera pode ser dividido em dois períodos de 10 minutos: o primeiro antes do início do *check-in* e o segundo, após a realização deste, em que os passageiros aguardam até que seja autorizado o ingresso para a embarque.

A Figura 7 mostra a divisão do período total de *check-in* nesses períodos de 10 minutos, considerando a programação da hora crítica 2 (Tabela 8).

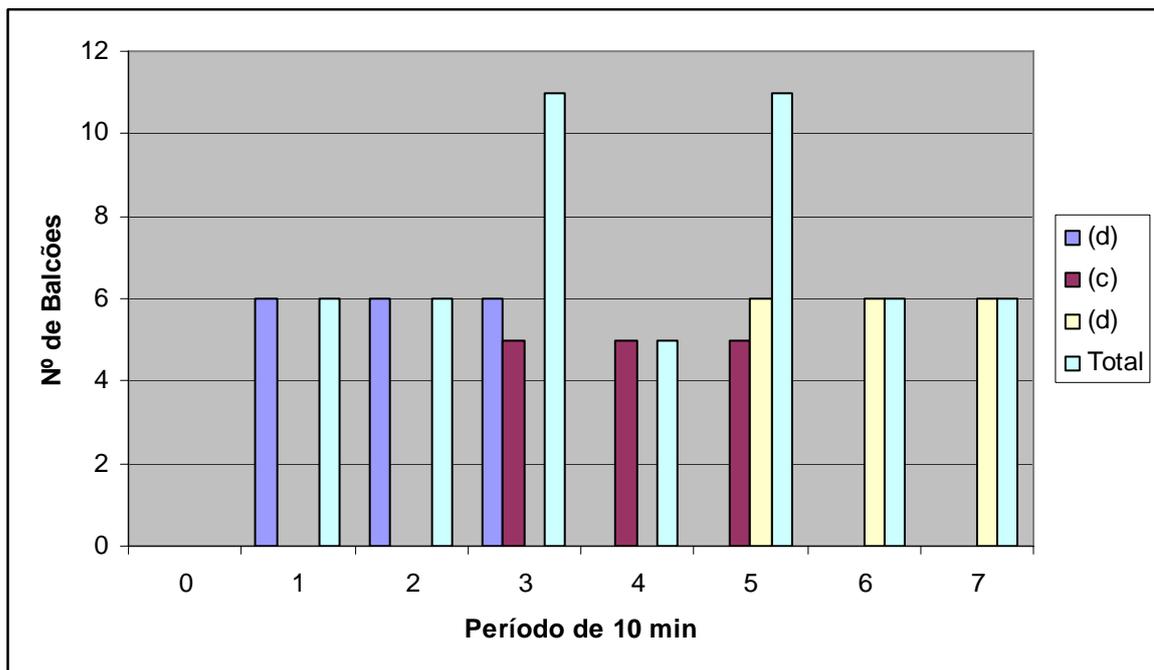


Figura 7: Utilização dos Balcões de *Check-in* de Aeronaves de Asa Rotativa

O primeiro período de 10 minutos de cada composição representa a utilização do balcão pela fila de passageiros. No período seguinte, os passageiros se dirigem à área de espera e o balcão continua sendo utilizado pela companhia para finalização do *check-in*.

Entre a composição de vôos (d) e a composição (c) não há intervalo para desocupação dos balcões. Logo, haverá a utilização simultânea de onze balcões (seis da primeira composição e cinco da segunda), até que o *check-in* da próxima composição (d) seja finalizado. Após isso, há ainda um intervalo de 10 minutos para que se inicie o processamento da composição (d), quando este se sobreporá ao de (c), que ainda não terminou. Enquanto essa sobreposição ocorrer, haverá a utilização simultânea novamente de onze balcões. Esse valor representa a solicitação crítica dos balcões de *check-in*.

– *Número de Balcões*

$$NBalc = 11$$

A quantificação da demanda da área de espera do componente de *check-in* considera como período crítico os 10 minutos de maior solicitação em que os passageiros estão nessa área (Figura 7). Nesse período crítico ocorrem as composições (d) e (c), em que os passageiros do primeiro acabaram de passar pelo *check-in*, e os do segundo aguardam o início do seu. A demanda correspondente é 58 passageiros.

Área de espera da sala de *check-in*, nível de serviço B, índice = 2,3 m² por ocupante, fator de segurança 10%:

– *Área de Espera*

$$S = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times (58 \text{ pax}) \times 1,1 = 147 \text{ m}^2$$

A quantidade de assentos na área de espera para *check-in* se baseia na demanda do momento crítico (58 passageiros). Será adotado o índice de 20% [7] e fator de segurança 10%.

– *Número de Assentos*

$$NAss = (20\%) \times (58) \times (1+0,1) = 13 \text{ assentos}$$

A largura dos balcões depende das atividades relacionadas ao atendimento dos passageiros. Além do espaço do balcão em si, deve haver espaço para duas balanças, uma para pesagem e limitação das dimensões das bagagens (com cerca de 0,4 m de largura), e outra para pesagem dos passageiros (com cerca de 0,6 m de largura). A largura de 3,0 m é suficiente para essas atividades e para o trabalho do atendente. Cada balcão tem ainda 1,0 m de profundidade.

Atrás dos balcões deve haver uma área para circulação dos funcionários com 1,5 m de largura e das bagagens, com largura de 1,5 m e possibilidade de implantação de esteiras. A área total dos balcões de *check-in* pode ser determinada com a largura total dos 11 balcões e a profundidade dos mesmos, incluindo o espaço para circulação (Figura 8).

– *Área dos Balcões*

$$S = (11 \times 3,0) \times (3,0 + 1,0) = 132 \text{ m}^2$$

Será disponibilizado um espaço para alocação dos escritórios das companhias. Esse espaço deve se encontrar adjunto ao corredor de circulação das bagagens, tendo então comprimento correspondente ao dos balcões (33 m). A outra dimensão dos escritórios é de 3 m, e a divisão da área depende do porte e quantidade de companhias operantes no terminal.

– *Área dos Escritórios das Companhias*

$$S = (11 \times 3,0) \times (3,0) = 99 \text{ m}^2$$

O comprimento máximo da fila pode ser determinado utilizando o tempo máximo de atendimento (10 min), o tempo médio de atendimento em fila (1,5 min / passageiro) e o espaço linear ocupado por cada passageiro em fila (0,80 m / passageiro).

– *Comprimento da Fila de Check-in por Balcão*

$$L = (10 \text{ min}) \times \frac{1 \text{ pax}}{1,5 \text{ min}} \times \frac{0,90 \text{ m}}{\text{pax}} \approx 6,0 \text{ m}$$

A área de fila é determinada com o número de balcões (11), a largura de cada balcão (3 m) e o comprimento de fila (6,0 m):

– *Área de Fila*

$$S = 11 \times (3,0 \text{ m}) \times (6,0 \text{ m}) = 198 \text{ m}^2$$

Deve ser reservado um espaço para circulação dos passageiros entre a área de espera e a área de fila: um corredor de 2,0 m de largura.

– *Área de Circulação*

$$S = 11 \times (3,0 \text{ m}) \times (2,0 \text{ m}) = 66 \text{ m}^2$$

A Figura 8 ilustra os componentes de *check-in* até agora dimensionados:

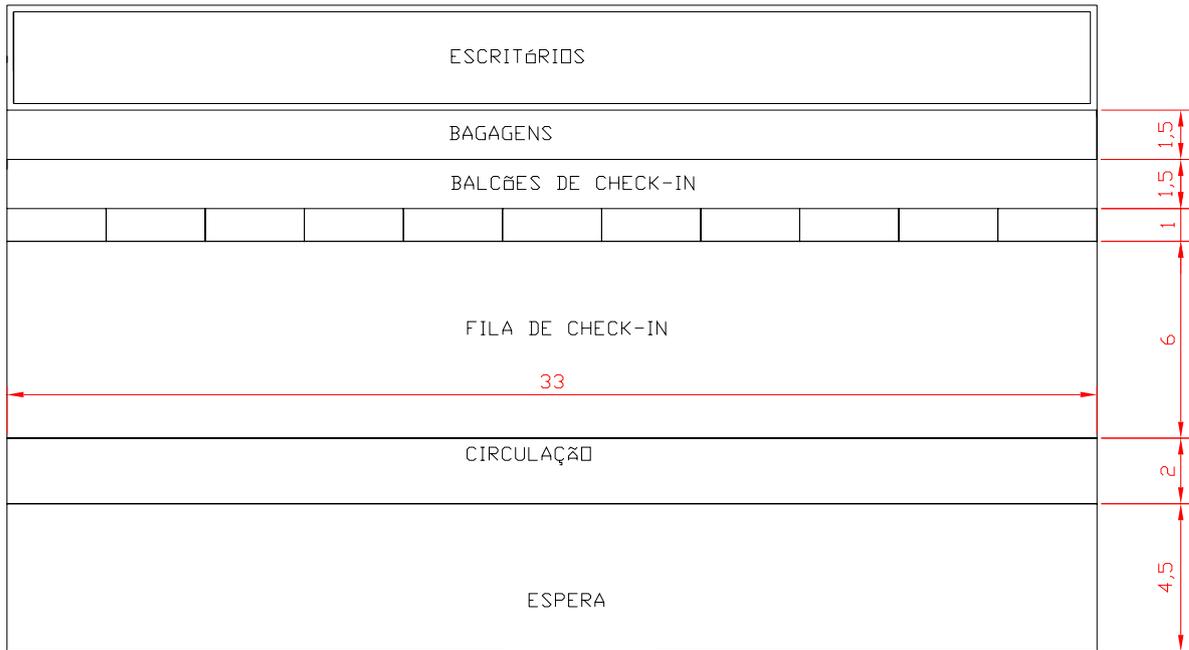


Figura 8: Dimensões dos Componentes de *Check-in* de Aeronaves de Asa Rotativa

A área de despacho e triagem deve ser capaz de alocar um número de carros de transporte das bagagens correspondente à quantidade de vôos do período de 20 minutos crítico, ou seja, três carros. Será considerado o caso crítico de dois vôos simultâneos, e adotado o valor mínimo de área [7] com comprimento de 8 m e largura de 5 m (Figura 9).

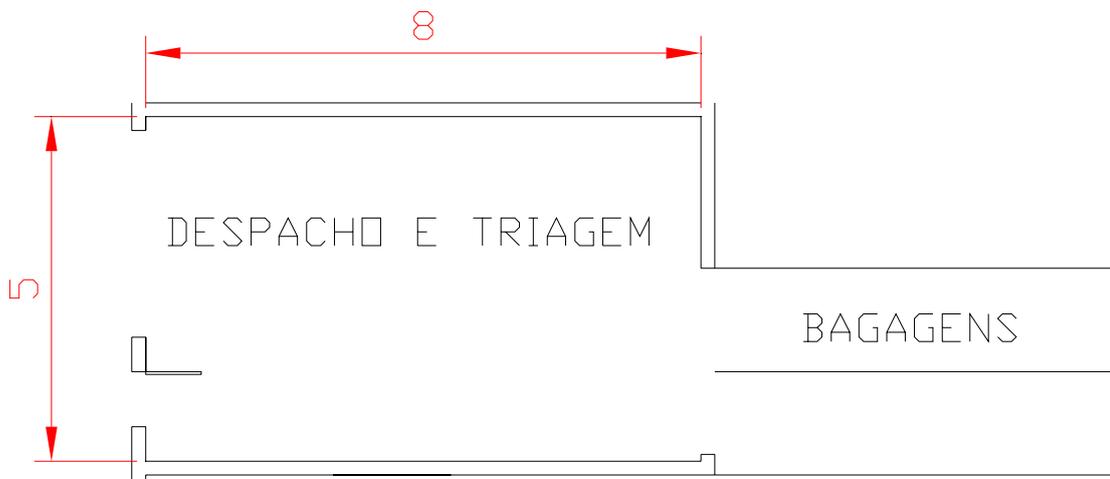


Figura 9: Área de Despacho e Triagem de Bagagens das Aeronaves de Asa Rotativa

– Área de Despacho e Triagem de Bagagens

$$S = 40 \text{ m}^2$$

A Tabela 12 apresenta o resultado do dimensionamento de todos os componentes da área de *check-in*.

Tabela 12: Área dos Componentes de *Check-in*

Componente	Área (m ²)
Espera	147
Balcões	132
Escritórios	99
Fila	198
Circulação	66
Carros de Bagagens	40
TOTAL	682

– Área Total

$$S_{Total} = 682 \text{ m}^2$$

6.2.3 Área de Vistoria

Ocorrem duas vistorias de segurança no procedimento de embarque: a primeira na entrada da área de *check-in* (vistoria das bagagens) e a segunda na entrada da sala de pré-embarque (vistoria individual). As dimensões adotadas desses componentes são: 2,6 m de largura e 3,2 m de comprimento, para o raio-X de bagagens; e 2,5 m de largura e 4,0 m de comprimento, para o pórtico detector de metais e mais 10,35 m para fila de espera para vistoria. Essas dimensões respeitam os mínimos valores recomendados [2].

– Área de Vistoria

$$S = 2,5 \times 14,35 + 2,6 \times 3,2 = 44,3 \text{ m}^2$$

6.2.4 Sala de Pré-Embarque

Terminado o período de 30 minutos para realização do *check-in*, que foi iniciado uma hora antes do horário previsto para o embarque, os passageiros são direcionados para a área de pré-embarque. Resta então um intervalo 30 minutos antes do embarque, dentro do qual

deve ser realizado o *briefing* para os passageiros, em salas adequadamente equipadas com recursos áudio-visuais.

Este *briefing* dura em média 10 minutos, conforme a pesquisa de campo. Durante os outros 20 minutos, os passageiros devem aguardar o embarque. A programação da área de pré-embarque é semelhante à da área de *check-in*: 10 minutos em um processo e 20 minutos de espera. O dimensionamento de ambos pode então seguir o mesmo parâmetro. Assim, o período de 10 minutos crítico da área de *check-in* será considerado como o de maior solicitação do componente agora analisado, e a demanda corresponde a das composições de vôos (d) e (c), 58 passageiros.

Área de espera da sala de pré-embarque, nível de serviço B, índice = 2,3 m² por ocupante, fator de segurança 10%:

– *Área de Espera*

$$S = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times (58 \text{ pax}) \times 1,1 = 147 \text{ m}^2$$

A quantidade de assentos na área de espera da se baseia na demanda do momento crítico (28,5 passageiros). Será adotado o índice de 80% [7] e fator de segurança 10%.

– *Número de Assentos*

$$NA_{ss} = (80\%) \times (30) \times (1 + 0,1) = 51 \text{ assentos}$$

As salas de *briefing* devem comportar completamente a capacidade das aeronaves correspondentes: aeronaves de grande porte (23 passageiros) e aeronaves de médio porte (12). Considerando que os expectadores assistem ao *briefing* sentados, as áreas dessas salas devem ser de 35 m² e 30 m², com capacidades para 24 e 18 espectadores, respectivamente.

Como a duração do *briefing* é de 10 minutos, havendo ainda o tempo para ocupação e desocupação da sala no intervalo entre os mesmos, será considerado o período de 20 minutos crítico para avaliação da quantidade de salas necessárias. As salas são diferenciadas de acordo com o porte da aeronave operante.

Os exemplos de programação das Tabelas 6 e 7, com as composições de operações de (a) a (d), também podem ser utilizados nessa análise. Em cada período de 20 minutos ocorrem no máximo três vôos no total (caso da composição (d): três vôos de aeronaves médias) e, no máximo um vôo de aeronave grande (caso das composições (a) e (c)). Há necessidade, então,

de três salas de *briefing*, duas para comportar os passageiros de aeronaves médias e uma para os passageiros de aeronaves grandes.

– *Área de Briefing*

$$S = 2 \times 30 + 1 \times 35 = 95 \text{ m}^2$$

Dado que o número máximo de vôos é três, nos 20 minutos do momento crítico, devem ser disponibilizados três portões de embarque.

– *Número de Portões de Embarque*

$$NPort_{Emb} = 3$$

A sala de embarque deve contar ainda com sanitários (dimensionados com 18 m^2), um bar (com 20 m^2) e espaços para telefones públicos e circulação (com área de 20 m^2).

A Tabela 13 apresenta o resultado do dimensionamento de todos os componentes da sala de pré-embarque.

Tabela 13: Área dos Componentes de Pré-Embarque

Componente	Área (m ²)
Espera	147
<i>Briefing</i>	95
Sanitários	18
Telefones	20
Bar	20
TOTAL	300

– *Área Total*

$$S_{Total} = 300 \text{ m}^2$$

6.3 Desembarque de Asa Rotativa (D R)

A demanda crítica dos componentes de desembarque (Tabela 9) será considerada como igual à demanda obtida no momento de maior solicitação dos componentes de embarque.

$$N_{Desemb} = 88 \text{ passageiros}$$

6.3.1 Área de Restituição de Bagagens

O número de balcões de restituição de bagagem depende do tempo de ocupação médio desse componente por operação de cada tipo de aeronave. Considera-se tempo de restituição médio de um minuto por passageiro. O balcão utilizado tem formato retangular de dimensões 5 m de comprimento por 3 m de largura, e perímetro útil para restituição de 11 m. Estipula-se como 80 cm o distanciamento lateral entre os passageiros enquanto esperam para recolher suas bagagens. Logo, no balcão há capacidade para aproximadamente 13 passageiros. Com isso, em um minuto, os 13 primeiros passageiros a chegar a área podem recolher suas bagagens. Os 23 passageiros de um voo de aeronave grande seriam dessa forma atendidos em dois minutos.

Outros componentes do tempo de ocupação desse componente são: a espera dos passageiros para a colocação das malas no balcão e, ao fim da restituição das bagagens de todos, a espera para o início da fase seguinte de processamento de desembarque, a revista individual e das bagagens. Estima-se um tempo de 4 minutos para cada um desses componentes.

O resultado é um tempo de ocupação média do componente de 10 minutos (4+4+2) para aeronaves de grande porte. Para as aeronaves médias, cuja capacidade é de praticamente a metade da anterior, o tempo médio de ocupação é de 9 minutos (4+4+1).

Na hora crítica de movimentação de passageiros e de aeronaves, hora crítica 2 (Tabela 8), ocorrem oito voos, sete de aeronaves de médio porte e um de aeronave de grande porte, e nos 20 minutos de maior solicitação, ocorrem três operações de desembarque. Será considerado um período de 10 minutos crítico em que ocorre o desembarque simultâneo de dois voos de aeronaves de grande porte (23 passageiros) e a necessidade total é de dois balcões.

$$NBalc_{Desemb} = 2$$

Para o cálculo da área de cada balcão, serão alocados 3 m para circulação nas laterais do balcão e 1 m a frente deste:

- *Área de Circulação (por balcão)*

$$S = 2 \times 3 \times 5 + 1 \times 9 = 39 \text{ m}^2$$

Deve haver ainda uma área para espera com índice de dimensionamento de $1,8 \text{ m}^2$ por passageiro e fator de segurança 10%.

- *Área de Espera (por balcão)*

$$S = \frac{1,8 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times (23 \text{ pax}) \times 1,1 = 46 \text{ m}^2$$

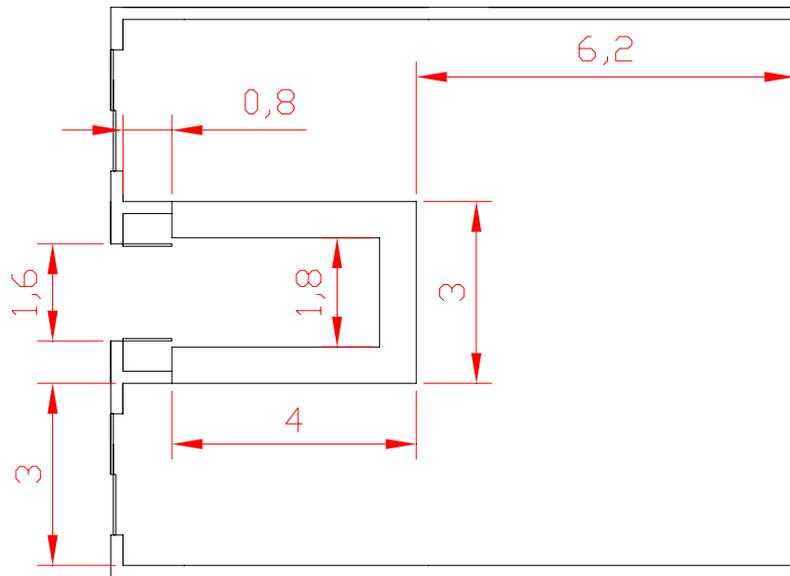


Figura 10: Dimensões de cada Balcão de Restituição de Bagagens de Aeronaves de Asa Rotativa

A Tabela 14 apresenta o resultado do dimensionamento de todos os componentes da área de restituição de bagagens das operações de asa rotativa por balcão, cujas dimensões são apresentadas na Figura 10.

Tabela 14: Área dos Componentes de Restituição de Bagagens (por Balcão)

Componente	Área (m ²)
Balcão	15
Circulação	39
Espera	46
TOTAL	100

A área total dos dois balcões será de:

– *Área Total*

$$S_{Total} = 2 \times 100 = 200 \text{ m}^2$$

Associados a cada uma das áreas de restituição das bagagens, estão previstos dois portões de embarque, totalizando quatro portões.

– *Número de Portões de Desembarque*

$$NPort_{Desemb} = 4$$

6.3.2 Área de Vistoria

Após passar pela área de restituição de bagagens, o fluxo de passageiros de cada balcão é canalizado para sua área de vistoria, dotada de aparelho de raio-X. Essa área possui 4,2 m de largura e 9 m de comprimento, dentro do mínimo necessário [2].

– *Área de Vistoria de Bagagens*

$$S = 2 \times (4,2 \times 9) = 75,6 \text{ m}^2$$

6.3.3 Saguão de Desembarque

O tempo de ocupação médio do saguão é de 30 minutos para os passageiros e, 40 minutos para visitantes, cuja presença é designada pelo mesmo índice do saguão de embarque, ou seja, 0,1 visitantes por passageiro. O tempo de ocupação dos passageiros é elevado devido às condições de acesso da maioria dos passageiros ao terminal, através de transporte fornecido pela empresa. Como verificado na pesquisa de campo, esse transporte nem sempre está disponível pouco tempo após o desembarque dos passageiros.

Adotando a demanda de 88 passageiros na hora crítica, nível de serviço B, índice de dimensionamento 2,3 m² por ocupante e fator de segurança 10%:

– *Área do Saguão*

$$S = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times \left(\frac{30 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times 88 \text{ pax} + \frac{40 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times 0,1 \times 88 \text{ pax} \right) \times 1,1 = 126 \text{ m}^2$$

6.4 Embarque de Asa Fixa (E F)

O fluxo de passageiros embarcados em aeronaves de asa fixa será considerado como a metade do fluxo total de passageiros utilizando essas aeronaves (Tabela 15).

Tabela 15: Fluxo de Passageiros de Asa Rotativa (Total e Embarque)

Número de Passageiros Anuais	Número de Passageiros por Hora – Total	Número de Passageiros por Hora – Embarque
147.000	41	21

Quanto à demanda da hora crítica, pode-se adotar a proporção entre o fluxo de passageiros de aeronaves de asa fixa em relação ao de aeronaves de asa rotativa, ou seja, 28%. Sendo 88 passageiros a demanda crítica dos componentes de embarque de asa rotativa, a demanda crítica calculada dos mesmos componentes de asa fixa deve ser então:

$$N = \frac{28}{100} \times 88 = 25 \text{ passageiros}$$

Essa demanda, no entanto, é muito próxima ao número de passageiros médio por hora (Tabela 15), e não poderia representar o momento de máxima solicitação procurado. Será considerada então para esse momento a demanda correspondente de um voo de EMB-120 (Brasília) com ocupação total: 30 passageiros.

$$N_{\text{corrigido}} = 30 \text{ passageiros}$$

6.4.1 Saguão de Embarque

O tempo médio de ocupação do saguão é de 40 minutos. Considerando nível de serviço B, o índice adotado é 2,3 m² por ocupante, com índice de 0,1 visitantes por passageiro e fator de segurança 10%:

– Área do Saguão

$$S = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times \frac{40 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times \frac{3}{2} \times (1,1 \times 30 \text{ pax}) \times 1,1 = 84 \text{ m}^2$$

6.4.2 Check-in

Para o dimensionamento desse componente deve ser adotada uma distribuição de chegada dos passageiros ao balcão de *check-in*. Será adotado o caso crítico em que todos os passageiros do momento crítico chegam ao mesmo tempo aos balcões (Tabela 16).

Tabela 16: Distribuição de Chegada dos Passageiros ao Balcão de *Check-in*

Tempo antes da HPP* (min)	60	50	40	30	20	10	0
Distribuição de Chegada	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Número de Passageiros que Chegam	0	0	0	30	0	0	0
Número de Passageiros Acumulados	0	0	0	30	30	30	30

*HPP é a hora prevista de partida

A partir dessa distribuição, pode-se construir a curva de chegada dos passageiros (Figura 11).

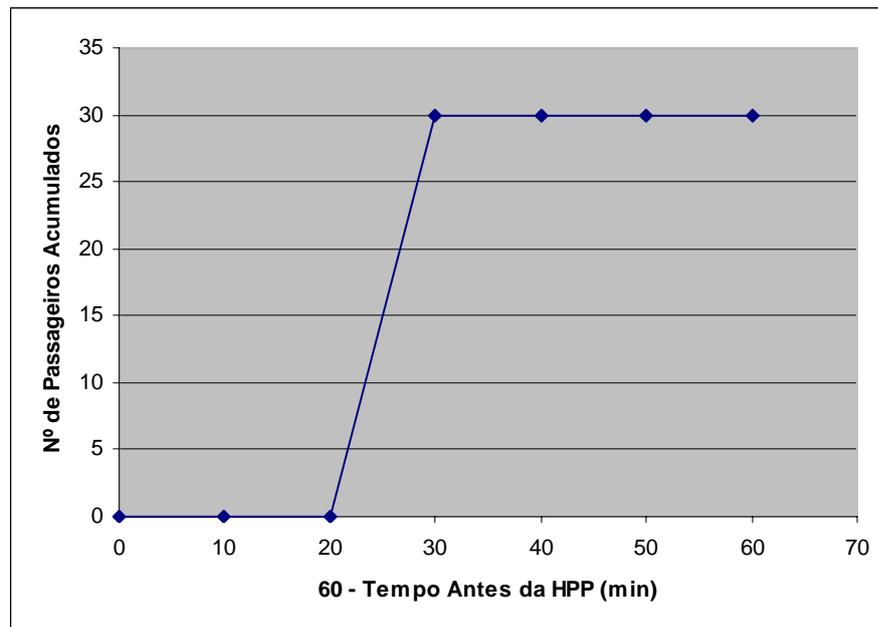


Figura 11: Curva de Chegada Baseada na Distribuição da Tabela 1

Deve-se notar que não importa quanto tempo antes da hora prevista de partida (HPP) esse grupo de passageiros chega. O número de balcões adotado deve ser capaz de atender essa demanda, evitando formar grandes filas, que causam queda no nível de serviço do componente. Será adotado como 10 o número máximo de passageiros na fila por balcão. Assim, para atender a demanda de 30 passageiros, são necessários três balcões.

– *Número de Balcões*

$$NBalc = 3$$

Mais uma vez, esses balcões devem ser de uso comum por parte das companhias aéreas operantes e suas dimensões serão as mesmas adotadas anteriormente.

– *Área dos Balcões*

$$S = (3 \times 3,0) \times (3,0 + 1,0) = 36 \text{ m}^2$$

A área de fila considera sua formação em linha reta de frente para o balcão de *check-in*. Serão adotados espaço linear de 0,8 m ocupado por cada passageiro em fila e comprimento de fila:

$$L = 10 \text{ pax} \times \frac{0,80 \text{ m}}{\text{pax}} = 8,0 \text{ m}$$

– *Área de Fila*

$$S = 3 \times (3,0 \text{ m}) \times (8,0 \text{ m}) = 72 \text{ m}^2$$

Devem ser reservados espaços para circulação dos passageiros, antes da área de fila (1 m de largura) e entre essa área e os balcões (1 m de largura).

– *Área de Circulação*

$$S = 3 \times (3,0 \text{ m}) \times (2,0 \text{ m}) = 18 \text{ m}^2$$

A área de despacho e triagem de bagagens corresponde ao espaço para os carros de bagagem e um corredor para circulação de 2,5 m de largura.

– *Área de Despacho e Triagem de Bagagens*

$$S = 8 \times 2,5 = 20 \text{ m}^2$$

O espaço para alocação dos escritórios das companhias é análogo ao dimensionado anteriormente, e sua divisão depende da quantidade de companhias operantes. Esse espaço deve se encontrar adjunto ao corredor de circulação das bagagens, tendo então comprimento correspondente ao dos balcões (9 m) e a outra dimensão dos escritórios é de 3 m.

– Área dos Escritórios das Companhias

$$S = (3 \times 3,0) \times (3,0) = 27 \text{ m}^2$$

A Tabela 17 apresenta a área total dos componentes de *check-in*.

Tabela 17: Área dos Componentes de *Check-in*

Componente	Área (m ²)
Balcões	36
Escritórios	27
Fila	72
Circulação	18
Despacho	20
TOTAL	173

– Área Total

$$S_{Total} = 173 \text{ m}^2$$

A Figura 12 mostra essas dimensões adotadas para essa área.

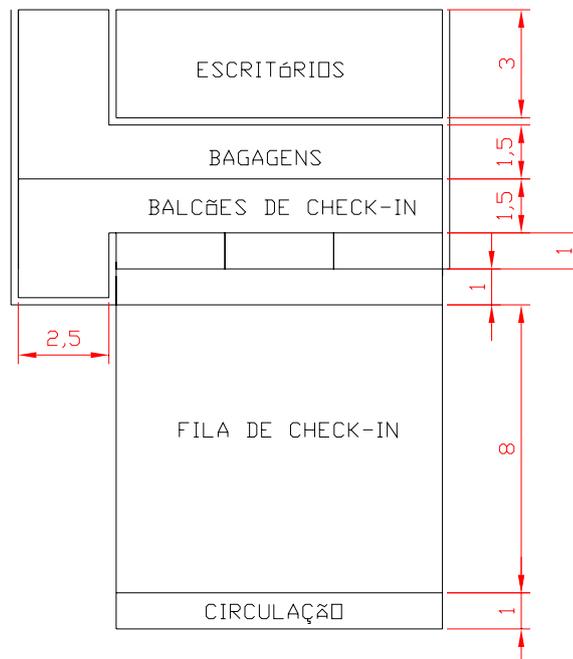


Figura 12: Dimensões dos Componentes de *Check-in* de Aeronaves de Asa Fixa

6.4.3 Sala de Pré-Embarque

Antes de adentrar à sala de pré-embarque, o passageiro e sua bagagem de mão devem ser vistoriados. Está previsto para isso um equipamento de raio-X para inspeção de bagagem e um pórtilo detector de metais, que ocupam juntos $13,5 \text{ m}^2$. Deve ser disponibilizado espaço para a formação da fila crítica (30 passageiros), com índice de dimensionamento de $0,8 \text{ m}^2$ por passageiro, correspondente ao espaço lateral requerido por passageiro (1 m) multiplicado pela distância entre cada um (0,8 m).

– *Área de Vistoria*

$$S = 13,5 \text{ m}^2 + \frac{0,8 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times 30 \text{ pax} = 37,5 \text{ m}^2$$

O tempo médio de ocupação na sala de pré-embarque é de 15 minutos, e com nível de serviço B, índice = $1,5 \text{ m}^2$ por ocupante, fator de segurança 10%:

– *Área de Espera*

$$S = \frac{1,5 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times (30 \text{ pax}) \times \frac{15 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times 1,1 = 13 \text{ m}^2$$

No entanto, o tempo de ocupação não será considerado, já que há um momento crítico em que todos os passageiros aguardam juntos a autorização para embarque.

$$S_{\text{Corrig}} = \frac{1,5 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times (30 \text{ pax}) \times 1,1 = 50 \text{ m}^2$$

A quantidade de assentos na área de espera da se baseia na demanda do momento crítico (30 passageiros). Será adotado o índice de 80% [7] e fator de segurança 10%.

– *Número de Assentos:*

$$N_{\text{Ass}} = (80\%) \times (30) \times (1 + 0,1) = 27 \text{ assentos}$$

No momento de solicitação crítica, dois portões de embarque são suficientes para suprir a demanda do componente, permitindo agilidade no processo.

– *Número de Portões de Embarque*

$$N_{\text{Port}_{\text{Emb}}} = 2$$

A sala de pré-embarque deve contar ainda com áreas para circulação e telefones públicos (30,5 m²) e sanitários (dimensionados com 18 m²). A Tabela 18 apresenta o resultado do dimensionamento de todos os componentes da sala de pré-embarque de asa fixa.

Tabela 18: Área dos Componentes de Pré-Embarque

Componente	Área (m ²)
Espera	50
Vistoria	37,5
Circulação/Telefones	30,5
Sanitários	18
TOTAL	136

– *Área Total*

$$S_{Total} = 136 \text{ m}^2$$

6.5 Desembarque de Asa Fixa (D F)

A demanda crítica de desembarque será considerada igual à de embarque, um voo com ocupação total:

$$N_{\text{corrigido}} = 30 \text{ passageiros}$$

6.5.1 Área de Restituição de Bagagens

O tempo de ocupação da área de restituição de bagagens pode ser estimado em 15 minutos por voo. Na hora de solicitação crítica ocorre apenas um voo e a necessidade de balcões para restituição das bagagens se reduz a um balcão. Será considerado tempo de restituição de 1 minuto por passageiro, e o espaço por passageiro ocupado na lateral do balcão (0,80 m / passageiro). Os 30 passageiros podem ser atendidos em 1 minuto, se o balcão tiver perímetro de: $30 \times 0,80 = 24$ m. Reduzindo o perímetro a 8 m, o tempo de atendimento total passa a 3 minutos, que é aceitável. As dimensões úteis do balcão podem ser então 4 m e 2 m, com mais 1 m para manobra do carrinho de bagagens, totalizando área de balcão de:

- *Área do Balcão*

$$S = 4 \times 3 = 12 \text{ m}^2$$

Associados a área de restituição das bagagens estão previstos dois portões de desembarque.

- *Número de Portões de Desembarque*

$$N_{\text{Port}_{\text{Desemb}}} = 2$$

No espaço lateral ao balcão será alocado um espaço para de 1 m de largura, e um corredor para cada portão de embarque de 2 m,

- *Área de Circulação*

$$S = 2 \times (4 \times 3) + 4 \times 1 = 28 \text{ m}^2$$

A área de espera desse componente deve comportar os 30 passageiros, com índice de dimensionamento $1,8 \text{ m}^2$ / passageiro:

- *Área de Espera*

$$S = \frac{1,8 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times (30 \text{ pax}) \times 1,1 = 59 \text{ m}^2$$

A Tabela 19 apresenta o resultado do dimensionamento de todos os componentes da área de restituição de bagagens das operações de asa fixa e a Figura 13 mostra as dimensões destes.

Tabela 19: Área dos Componentes de Restituição de Bagagens

Componente	Área (m ²)
Balcão	12
Circulação	28
Espera	59
TOTAL	99

– *Área Total*

$$S_{Total} = 99 \text{ m}^2$$

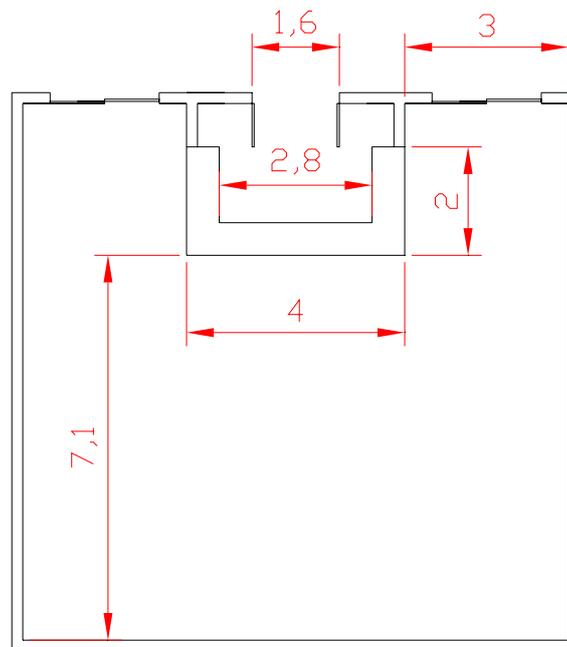


Figura 13: Dimensões da Área de Restituição de Bagagens de Aeronaves de Asa Fixa

6.5.2 Saguão de Desembarque

Após o recolhimento das bagagens, os passageiros desembarcados das aeronaves de asa fixa representam agora passageiros em trânsito, cujo destino é o embarque em aeronaves de asa rotativa. Essa parcela dos passageiros foi considerada dessa maneira no dimensionamento do saguão de embarque (6.2.1). Há necessidade de prever uma área para o

saguão de desembarque das operações de asa fixa, que possibilite acesso imediato desses passageiros ao saguão já dimensionado.

O tempo de ocupação médio desse saguão deve ser curto – estima-se em torno de 15 minutos – e o índice de visitantes por passageiro deve ser nulo. Adotando a demanda de 30 passageiros na hora crítica, nível de serviço B, índice de dimensionamento 2,3 m² por ocupante e fator de segurança 10%:

– *Área do Saguão*

$$S = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times \left(\frac{15 \text{ min}}{60 \text{ min}} \times 30 \text{ pax} \right) \times 1,1 = 19 \text{ m}^2$$

No entanto, o tempo de ocupação não será considerado, será considerado o momento crítico em que todos os passageiros desembarcam juntos.

$$S_{\text{Corrig}} = \frac{2,3 \text{ m}^2}{\text{pax}} \times 30 \text{ pax} \times 1,1 = 76 \text{ m}^2$$

6.6 Outras Áreas

Além dos componentes já relacionados, é necessário que se desenvolvam serviços de apoio complementares, relacionados a componentes não operacionais. Estes serão divididos em quatro grupos: concessões (bar/café, restaurante, banca de jornal e revistas, lojas, livrarias, balcão de informações, agências bancárias, correios e serviços de telefonia e informática); área administrativa; sanitários do saguão e; área VIP.

6.6.1 Concessões

Esses componentes devem ser alocados em áreas com acesso público pelos saguões. A área pode ser dividida em tipos de concessões, algumas mais adequadas para os componentes de embarque (como bar/café, lojas comerciais, banca de jornal e revistas, balcão de informações), e outras para os componentes de desembarque (como bancos).

Para as lojas comerciais será alocada uma área de $22,5 \text{ m}^2$ por unidade. O bar/café localizado no saguão de embarque deve ter área de 100 m^2 , incluindo a área ocupada pelas mesas e cadeiras dos consumidores. Os quiosques, possivelmente utilizados pelas bancas de jornais e revistas, terão área unitária de 9 m^2 e o balcão de informações, 15 m^2 . A área dos caixas eletrônicos será de 24 m^2 , sendo uma das dimensões de 6 m para disposição dos caixas na parede do terminal e outra dimensão de 4 m para a fila (3 m) e o caixa em si (1 m). Para os telefones públicos do saguão será alocada área de 10 m^2 .

Será planejado ainda um mezanino, com acesso pelo setor central do terminal, que disporá de, aproximadamente, 320 m^2 . Este piso deve ser composto de um restaurante e uma área livre para mesas com visibilidade para as operações aéreas do lado de asa rotativa. Pode-se alocar parte das concessões do parágrafo anterior nesse mezanino e o restante no andar térreo.

É importante frisar que este trabalho propõe um dimensionamento geral para alocação de alguns desses componentes. Para o projeto detalhado dessas instalações torna-se necessário uma análise com os possíveis interessados pela abertura de pontos comerciais.

Estimam-se os valores constantes na Tabela 20 para o número necessário de cada tipo de concessão do terminal.

Tabela 20: Áreas de Concessão

Tipo de Concessão	Quantidade	Área Unitária (m ²)	Área (m ²)
Bar/Café	1	100	100
Restaurante	1	320	320
Lojas Comerciais	6	22,5	135
Quiosques	4	9	36
Balcão de Informações	1	15	15
Área dos Telefones Públicos	1	10	10
Área dos Caixas Eletrônicos	1	24	24
TOTAL			640

– *Área das Concessões*

$$S_{Total} = 640 \text{ m}^2$$

6.6.2 Área Administrativa

Esta seção trata de uma estimativa inicial dessa área e seu porte exato depende de pesquisa mais detalhada com o cliente. Nela, incluem-se áreas destinadas a:

- Escritórios administrativos das empresas aéreas;
- Administração do complexo aeroportuário;
- Sala C;
- Meteorologia;
- Tripulação.

Para o dimensionamento dos escritórios administrativos das empresas aéreas, devem ser obtidos das empresas aéreas suas necessidades em relação ao número de funcionários administrativos. Estima-se que cada empresa necessite de três funcionários e um gerente, e serão aplicados os seguintes índices de dimensionamento para os escritórios [4]: 4,5 m² por funcionário e 9 m² por gerente. A área de cada escritório pode ser obtida:

$$S = 3 \times 4,5 + 1 \times 9 = 22,5 \text{ m}^2$$

Estima-se a operação máxima de oito companhias aéreas de aeronaves de asa rotativa e duas companhias de aeronaves de asa fixa, resultando na necessidade de 10 escritórios.

– *Escritórios Administrativos das Empresas Aéreas*

$$S_{Total} = 225 \text{ m}^2$$

A área administrativa do complexo aeroportuário compreende os serviços que permitem a operação do aeroporto, ou seja, os trabalhos administrativos propriamente ditos, os de segurança de vôo e os de planejamento de operações.

A necessidade exata do porte da área de administração propriamente dita, ou seja, não relacionada aos serviços operacionais dos vôos, deve ser verificada com o administrador do aeroporto e demais órgãos instalados no terminal (ANAC). Como estimativa inicial de planejamento dessa área, será aplicado o índice de 0,75 m² para cada 1000 passageiros embarcados anualmente [8].

$$S = \frac{534.752}{1000} \times 0,75 = 200 \text{ m}^2$$

As áreas que compreendem as seções de planejamento de operações e de segurança de vôo necessitam de 15 funcionários, segundo resultado de pesquisa junto aos funcionários desse setor no Aeroporto de Macaé. Adotando o mesmo índice e considerando que um dos funcionários seja gerente, a área dos escritórios é:

$$S = 14 \times 4,5 + 9 = 72 \text{ m}^2$$

As áreas administrativas devem conter ainda um auditório, cuja capacidade é estimada em 30 lugares (40 m²), uma sala de reuniões dos funcionários (40 m²), copa (20 m²) e sanitários (30 m²).

– *Administração do Complexo Aeroportuário*

$$S_{Total} = 330 \text{ m}^2$$

A área que compreende as salas C e de meteorologia estarão localizadas no pavimento térreo do terminal, numa área próxima da via de ligação entre os dois lados aéreos. Por essa área faz-se, ainda, o acesso às áreas administrativas do mezanino (escritórios administrativos das empresas aéreas e administração do complexo aeroportuário), à sala de tripulação, também localizada no mezanino, e à torre de controle do aeródromo.

A área total que compreende as salas C, de meteorologia e de acesso ao mezanino foi estimada em 140 m². A sala de tripulação teve área estimada em 90 m², suficiente para ocupação de cerca de 30 funcionários.

– Salas C, de Meteorologia e de Tripulação

$$S_{Total} = 230 \text{ m}^2$$

A Tabela 21 apresenta o resultado da área administrativa:

Tabela 21: Área Administrativa

Componente	Área (m ²)
Escritórios Administrativos das Empresas Aéreas	225
Administração do Complexo Aeroportuário	330
Salas C, de Meteorologia e de Tripulação	230
TOTAL	785

6.6.3 Sanitários do Saguão

No terminal devem ser previstos sanitários públicos nos saguões e áreas de pré-embarque. Nesta seção será tratado o dimensionamento dos sanitários dos saguões. Os sanitários das áreas de pré-embarque foram dimensionados nas correspondentes seções desses componentes. Foi utilizado o índice adotado por Garcez [5] para a obtenção do número (Y) total de bacias sanitárias (ou lavatórios), ou seja, número de bacias do sanitário masculino somado ao do feminino.

$$Y_{Emb} = 0,025 \times N_{Emb} + 2,5$$

$$Y_{Emb} = 0,025 \times 88 + 2,5 = 4,7$$

Esse valor se refere às necessidades do saguão de embarque. Como o saguão de desembarque apresenta a mesma demanda crítica, o valor de Y deve ser igual. Os sanitários desses dois componentes serão alocados num mesmo espaço, com acesso facilitado aos dois saguões, na interface entre eles. Assim, o valor total, para os saguões de embarque e de desembarque é:

$$Y_{Total} = 2 \times 4,7 = 9,4$$

Esse valor total será distribuído entre os sanitários masculino e feminino da seguinte forma:

– *Número de Bacias Sanitárias, Lavatórios e Mictórios Masculinos*

$$NBac = NLav = NMic = 5$$

– *Número de Bacias Sanitárias e Lavatórios Femininos*

$$NBac = NLav = 4$$

O valor de Y adotado será diferente para sanitários masculinos e para sanitários femininos, já que há predominância de passageiros do primeiro sexo. A área dos sanitários pode ser obtida utilizando aspectos ergonômicos [5].

– *Área dos Sanitários Masculinos*

$$S = 43 \text{ m}^2$$

– *Área dos Sanitários Femininos*

$$S = 26 \text{ m}^2$$

6.6.4 Área VIP

Para o processamento de vôos de funcionários ocupantes de cargos de grande importância, como diretores e gerentes, ou de visitantes e outros passageiros mais esporádicos, será destinada uma área especial, denominada de área VIP. O acesso a esta deve ser feito a partir da área administrativa do terminal, permitindo maior controle de acesso e conveniência.

Nesta área devem ser executados todos os procedimentos de embarque e desembarque dos passageiros especiais. O *check-in*, o *briefing* e a espera para embarque desses passageiros devem ser feitos na sala de embarque VIP, assim como o recolhimento das bagagens, na sala de desembarque VIP. O componente de embarque deve disponibilizar ainda sanitários.

As operações do tipo VIP são de ordem bem pequena, de forma que não há necessidade de rigor na estimativa da demanda do período crítico deste componente. Devido à congregação das áreas operacionais em uma única área, os processos de embarque e desembarque podem se dar em tempos bem inferiores a uma hora. A demanda máxima de passageiros prevista foi de dois vôos simultâneos de aeronaves de grande porte com plena utilização (23 passageiros), um deles de operação de embarque e o outro de desembarque.

Para a realização do processo de embarque, há espaço para acomodações de alto conforto, em cujo cálculo foi utilizado o índice de 2,3 m² por passageiro (53 m²). O espaço dimensionado para *check-in* deve ser o correspondente a dois balcões (12 m²) e ao espaço para fila (31 m²). Para o *briefing*, será disponibilizado um auditório correspondente a uma sala de *briefing* para aeronaves de grande porte (35 m²). Está previsto espaço para circulação (20 m²) e de sanitários, masculino e feminino, com área de 18 m².

A operação de desembarque conta com a área de restituição das bagagens de 61 m², correspondente ao balcão (20 m²) e área para espera (41 m²). A Tabela 16 relaciona a área desses componentes e a área total.

Tabela 22: Área dos Componentes da Área VIP

Componente	Área (m ²)
Balcão <i>Check-in</i>	12
Fila	31
<i>Briefing</i>	35
Espera	53
Circulação	10
Sanitários	18
Espera Restituição	41
Balcão de Restituição	20
TOTAL	220

– Área VIP

$$S_{Total} = 220 \text{ m}^2$$

7 ALTERNATIVAS DE CONFIGURAÇÃO ESPACIAL

Os componentes operacionais e não operacionais do terminal de passageiros foram arranjados de forma a obter diferentes alternativas de configuração espacial, que orientam a formulação de esboços arquitetônicos. As áreas dos componentes anteriormente dimensionados foram utilizadas nessas formulações e, em alguns casos, as áreas de alguns componentes tiveram de ser modificadas para que se obtivesse maior aproveitamento dos espaços em planta. Procurou-se nesses casos não diminuir o valor da área adotada, possibilitando o atendimento da demanda crítica. Um exemplo disso foi o aumento da área dos escritórios das companhias próximos ao balcão de *check-in* dos passageiros de aeronaves de asa rotativa, para melhor aproveitamento de um espaço próximo ao bar/café.

Os componentes operacionais de embarque e de desembarque de passageiros estão localizados no mesmo nível, facilitando os acessos e permitindo operações mais econômicas. Os terminais em dois níveis somente são economicamente justificáveis nos aeroportos de grande volume de tráfego, superior a um milhão de passageiros por ano [6].

As alternativas foram comparadas através do pavimento térreo, que concentra todos os componentes operacionais do terminal. Dessa forma, não foi necessário projetar o pavimento superior (mezanino) para a escolha da alternativa mais apropriada. O Anexo B apresenta a planta baixa do pavimento térreo dessas alternativas.

Todas as alternativas estão baseadas na solução de fluxograma da Figura 6, que respeita os requisitos de projeto, mas apresenta um inevitável cruzamento de linhas de fluxo. Os passageiros provenientes da área de desembarque de aeronaves asa rotativa (D R) terão seu caminho livre de obstáculos físicos e com ampla visualização até o *check-in* de aeronaves de asa fixa. Dessa forma, sua circulação pode ser realizada de maneira direta e com trajeto claramente indicado. Isto minimiza um pouco o fato de haver o cruzamento de fluxos.

As alternativas de configuração propostas utilizam o comprimento do meio-fio obtido (70 m) para balizar a dimensão da fachada do edifício do terminal, e esses dois valores não devem ser muito discrepantes. Foi procurada a máxima separação entre os fluxos de embarque e desembarque, viabilizando que o transporte que traga os passageiros à edificação possa resgatar outros que objetivem a saída da mesma.

A torre de controle em todas as alternativas foi localizada numa posição intermediária entre a área operacional de aeronaves de asa fixa e a área operacional de aeronaves de asa rotativa, possibilitando ampla visualização de ambos os lados aéreos.

7.1 Descrição das Alternativas

7.1.1 Alternativa 1

– *Área do Pavimento Térreo*

$$S = 3920 \text{ m}^2$$

A área de *check-in* foi disposta de maneira a permitir acesso direto dos passageiros desembarcados de (D F) e que irão embarcar em (E R), que não têm de mudar de direção e dispõem de visualização imediata de seu trajeto (Anexo B). Concomitantemente, o acesso dos passageiros provenientes do meio-fio ao *check-in* de (E R) se torna prejudicado, devido à necessidade de mudança de direção no trajeto.

A desvantagem mais imediata dessa alternativa é a grande distância percorrida pelo usuário até o portão de embarque. Outra desvantagem dessa configuração é o certo confinamento dos fluxos de passageiros no saguão, em frente à área de *check-in*, devido à diminuição da largura deste em relação ao saguão localizado à entrada do terminal, antes do balcão de informações. Esse confinamento pode gerar dificuldades no escoamento dos fluxos nesse ponto de estrangulamento.

Uma das vantagens é o escoamento mais livre das bagagens a partir dos balcões de *check-in*, que podem seguir por dois caminhos, desafogando o corredor previsto para esse fim.

7.1.2 Alternativa 2

– *Área do Pavimento Térreo*

$$S = 3955 \text{ m}^2$$

Essa alternativa procura atenuar uma desvantagem da alternativa 1: a grande distância percorrida até o embarque, principalmente para os passageiros provenientes do meio-fio. Para isso, a sala de embarque foi disposta entre a área de *check-in* e o lado de embarque de aeronaves de asa rotativa (Anexo B). Foi mantido o posicionamento da área de *check-in* da alternativa anterior.

O edifício apresenta uma configuração mais simples, e o saguão mais largo permite mais possibilidades de caminho em relação ao saguão apresentado na alternativa 1. No entanto, ainda há certo estrangulamento dos fluxos nessa configuração.

7.1.3 Alternativa 3

– *Área do Pavimento Térreo*

$$S = 3910 \text{ m}^2$$

Nessa alternativa, a entrada da área de *check-in* foi posicionada frontalmente à entrada do meio-fio de veículos terrestres. Dessa forma, os passageiros provenientes do meio-fio percorrem um caminho mais simples até a entrada da área de embarque de aeronaves de asa rotativa (E R).

Por outro lado, os passageiros em trânsito desembarcados do lado de aeronaves de asa fixa (D F) e que serão embarcados no lado de aeronaves de asa rotativa (E F), têm de percorrer um caminho mais complexo até a entrada da área de *check-in*, tendo de mudar de direção três vezes até adentrar nessa área.

7.2 Critérios de Escolha

Os critérios utilizados na escolha dentre as alternativas propostas foram:

- Distâncias percorridas pelos passageiros;
- Facilidades de acesso às áreas de processamento;
- Separação dos fluxos de passageiros.

7.2.1 Distâncias Percorridas

As distâncias percorridas foram calculadas para os quatro fluxos de passageiros:

- (1) T → E R
- (2) D R → T
- (3) D F → E R
- (4) D R → E F

Foi adotado o trajeto mais simples e direto possível de cada fluxo para cada uma das alternativas. A Tabela 23 apresenta o resultado dessas distâncias.

Tabela 23: Distâncias Percorridas pelos Fluxos de Passageiros

Alternativa	Fluxo				Distância Total Ponderada
	(1)	(2)	(3)	(4)	
1	102,76	39,48	90,65	105,37	157,30
2	99,88	39,48	104,45	116,86	162,31
3	84,52	39,48	101,44	101,16	146,01

A distância ponderada foi calculada utilizando como pesos a proporção de passageiros que cada fluxo tem sobre a demanda total do terminal. Os fluxos relacionados ao meio-fio – (1) e (2) – representam 72% do fluxo total de passageiros e os outros dois, relacionados ao lado de aeronaves de asa fixa – (3) e (4) – correspondem a 28% do total.

A alternativa 3 apresenta a menor distância total ponderada; as alternativas 1 e 2 ficaram em segundo e terceiro lugar por esse critério.

7.2.2 Facilidades de Acesso às Áreas de Processamento

Cada alternativa prioriza as facilidades de acesso de um tipo de passageiro. A alternativa 3 prioriza o acesso da maioria dos passageiros, correspondente aos fluxos (1) e (2). Dessa forma, essa alternativa será classificada em primeiro lugar por esse critério. Nas alternativas 1 e 2, o saguão comum permite interligação mais fácil entre os componentes operacionais de aeronaves de asa fixa e os de aeronaves de asa rotativa. Isso representa maior facilidade de acesso às áreas de processamento para os passageiros em trânsito – fluxos (3) e (4). Dentre essas duas alternativas, a alternativa 2 por ser mais compacta pode ser qualificada em segundo nesse critério, ficando a alternativa 1 em terceiro.

7.2.3 Separação dos Fluxos de Passageiros

Esse critério de avaliação será aplicado através da análise dos encontros dos diversos fluxos do terminal. A alternativa 3 permite a melhor separação dos fluxos de passageiros de aeronaves de asa fixa, cujas áreas de espera se encontram bem próximas dos componentes operacionais de embarque e desembarque, dos de aeronaves de asa rotativa. Isso ocorre porque, nessa alternativa, esses dois fluxos não compartilham do mesmo saguão, ficando bem

indicado para o usuário do terminal quais áreas correspondem ao fluxo de que tipo de aeronave. As outras duas alternativas, ao atribuir a um mesmo amplo saguão a função de acolher os diversos fluxos, podem gerar conturbação da área principalmente em períodos de movimentação crítica.

Esses fatores levam a conclusão de que a alternativa 3 é a melhor, no sentido de que nela os componentes operacionais do terminal estão melhor distribuídos, proporcionando melhor fluidez aos fluxos de passageiros. As alternativas 1 e 2 foram classificadas, respectivamente, em segundo e terceiro lugar nesse critério.

7.3 Classificação Final

A Tabela 24 apresenta a classificação das alternativas em cada um dos critérios.

Tabela 24: Classificação das Alternativas nos Critérios

Alternativa	Classificação		
	Distâncias	Acesso	Separação dos Fluxos
1	2 ^o	3 ^o	2 ^o
2	3 ^o	2 ^o	3 ^o
3	1 ^o	1 ^o	1 ^o

A partir dos três critérios apresentados, a alternativa 3 pode ser considerada a melhor. Uma característica marcante dessa alternativa é a priorização dos passageiros provenientes do meio-fio a serem embarcados no lado de aeronaves de asa rotativa, o que representa 72% do fluxo de embarque terminal. Os aspectos identificadores desse fato são: acesso direto através do saguão e trajeto simples; curta distância percorrida; fácil acesso à área operacional de (E R).

8 CONCLUSÃO

A diretriz adotada para a concepção do terminal foi de proporcionar a maior eficiência/agilidade nas operações, viabilizando a máxima separação entre os fluxos de passageiros no terminal. O dimensionamento foi efetuado considerando um nível de serviço bom (em termos de espaço disponível por passageiro) para o horizonte final de projeto. Com isso, nos momentos iniciais de operação será desfrutado de um nível de serviço mais elevado que estará sendo compensado pela falta de experiência dos operadores no novo terminal. De certa forma, com a experiência adquirida será possível atender a uma demanda crescente, praticamente mantendo-se o bom nível de serviço inicial.

Este trabalho efetuou a escolha de uma alternativa de configuração espacial através de alguns critérios técnicos. Existem várias alternativas possíveis, e a escolha daquela a ser adotada no projeto deve ser realizada conforme as necessidades e expectativas reveladas pelo cliente do empreendimento.

A seqüência de procedimentos adotados para conclusão deste trabalho permitiu o cumprimento das etapas necessárias de um projeto de engenharia. Vale citar a grande importância das etapas preliminares de estudo das características do empreendimento e relacionadas ao levantamento das informações e à pesquisa de campo. Essas etapas permitiram a concepção do programa de necessidades do terminal, de suma relevância para o atendimento dos anseios de todos os envolvidos no empreendimento.

O dimensionamento de um terminal de passageiros consiste numa tarefa complexa, dependente de premissas e previsões que nem sempre se confirmam no decorrer do tempo. A flexibilidade dos espaços é requisito fundamental. Neste estudo de caso, foram muitas as peculiaridades e bem específicas as atividades a serem desenvolvidas no terminal.

ANEXO A – QUESTIONÁRIOS DA PESQUISA DE CAMPO

A1 – Questionário para o Usuário

Data: __/__/__

Hora: __:__

1) Como é o seu acesso ao terminal?

- () Meios próprios: () carro
 () outro
 () Transporte fornecido pela empresa: () ônibus
 () van
 () carro

Caso você respondeu que vem de carro na questão 1, por favor responda a questão 2:

2) Você deixa o carro no estacionamento?

- () Sim, e o carro fica guardado desde a minha ida para a plataforma até o meu regresso.
 () Sim, mas o carro fica guardado pelo período em que chego ao terminal até a decolagem e/ou pelo período em que os integrantes do carro esperam pela minha chegada.
 () Não.

3) Com quanto tempo de antecedência ao horário de *check-in* você chega ao aeroporto?

- () 0 a 10 min
 () 10 a 20 min
 () 20 a 30 min

4) Como você percebe o processo de chegada na calçada à entrada do terminal?

- () Rapidez no fluxo de carregamento/d Descarregamento de pessoas
 () Fluxo normal de carregamento/d Descarregamento de pessoas
 () Demora no fluxo de carregamento/d Descarregamento de pessoas

5) Com relação ao nível de conforto durante a espera para o embarque marque o grau que reflete a situação atual:

- () péssimo
 () insatisfatório
 () regular
 () bom
 () excelente

Comentários e Sugestões:

6) Dentre os serviços apresentados, aponte aqueles que julgar **não** atenderem às expectativas necessárias ou sejam **deficientes**?

- () bar/café
 () restaurante
 () sanitários
 () loja de presentes
 () banca de jornal e revistas
 () agências bancárias; se marcar, identifique o banco:
 () serviços de telefonia
 () acesso à internet
 () outros:

7) Que tipo de serviço você acha importante para fazer o tempo passar enquanto espera para embarque? Você sente falta de algum serviço no terminal?

8) Que sugestão você daria para que o processo de embarque/desembarque fosse mais adequado?

A2 – Questionário para os Funcionários

Data:

Hora:

Nome:

Empresa:

1) Como é o seu acesso ao terminal?

- Meios próprios
 - carro
 - outro
- Transporte fornecido pela empresa
 - ônibus
 - van
 - carro

Caso você respondeu que vem de carro na questão 1, por favor responda a questão 2:

2) Você deixa o carro no estacionamento?

- Sim
- Não

3) Você utiliza o restaurante do terminal durante o período do expediente?

- Sim
- Não

4) Dentre os serviços apresentados, aponte aqueles que julgar **não** atenderem às expectativas necessárias ou sejam **deficientes**?

- bar/café
- restaurante
- sanitários
- loja de presentes
- banca de jornal e revistas
- agências bancárias; se marcar identifique o banco:
- serviços de telefonia
- acesso à internet
- outros:

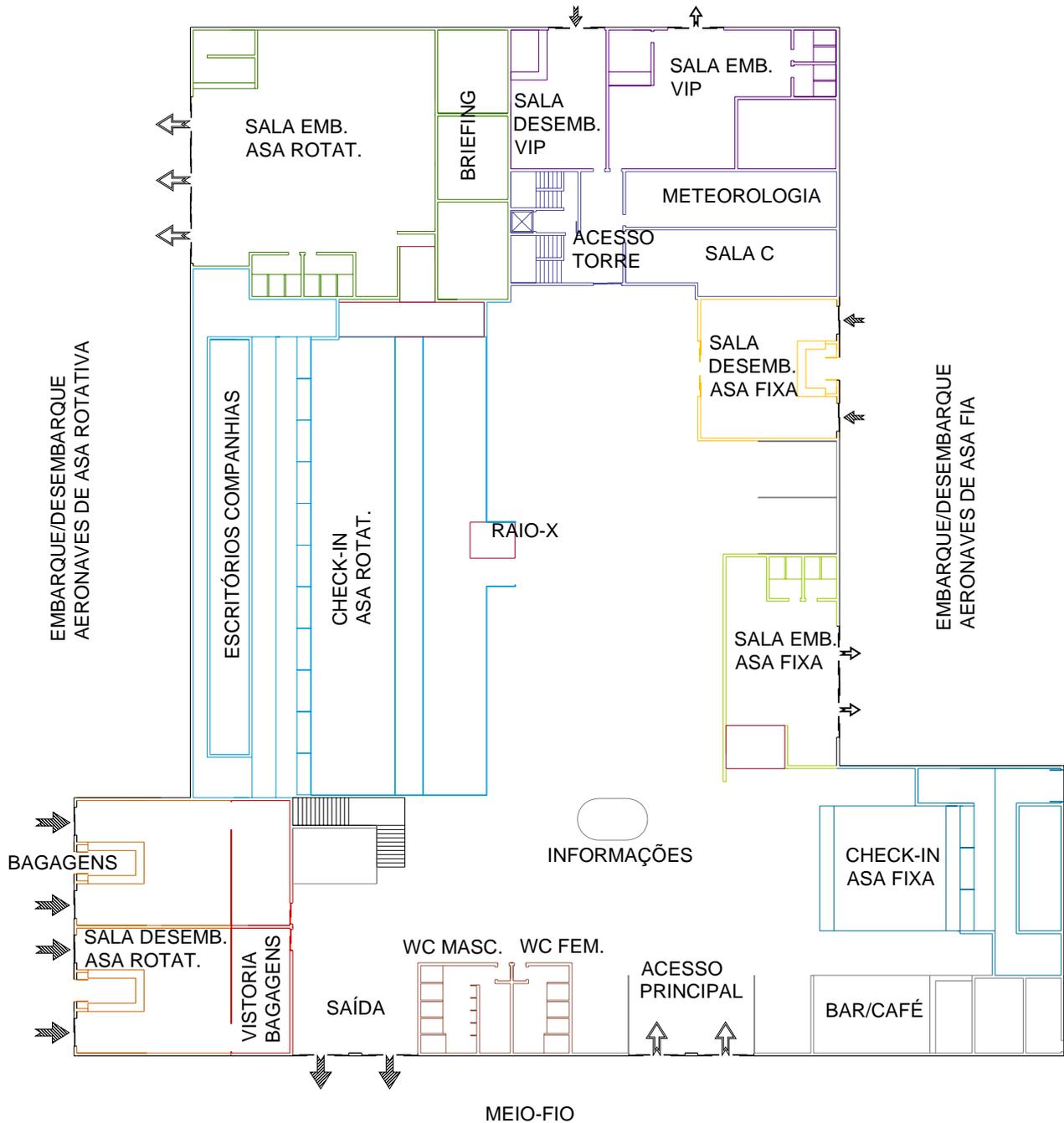
5) Como é o seu ambiente de trabalho? Aponte os problemas na estrutura de trabalho atual oferecida aos funcionários?

6) Você sente falta de algum serviço no terminal, em especial dentre aqueles que poderiam ser oferecidos aos funcionários?

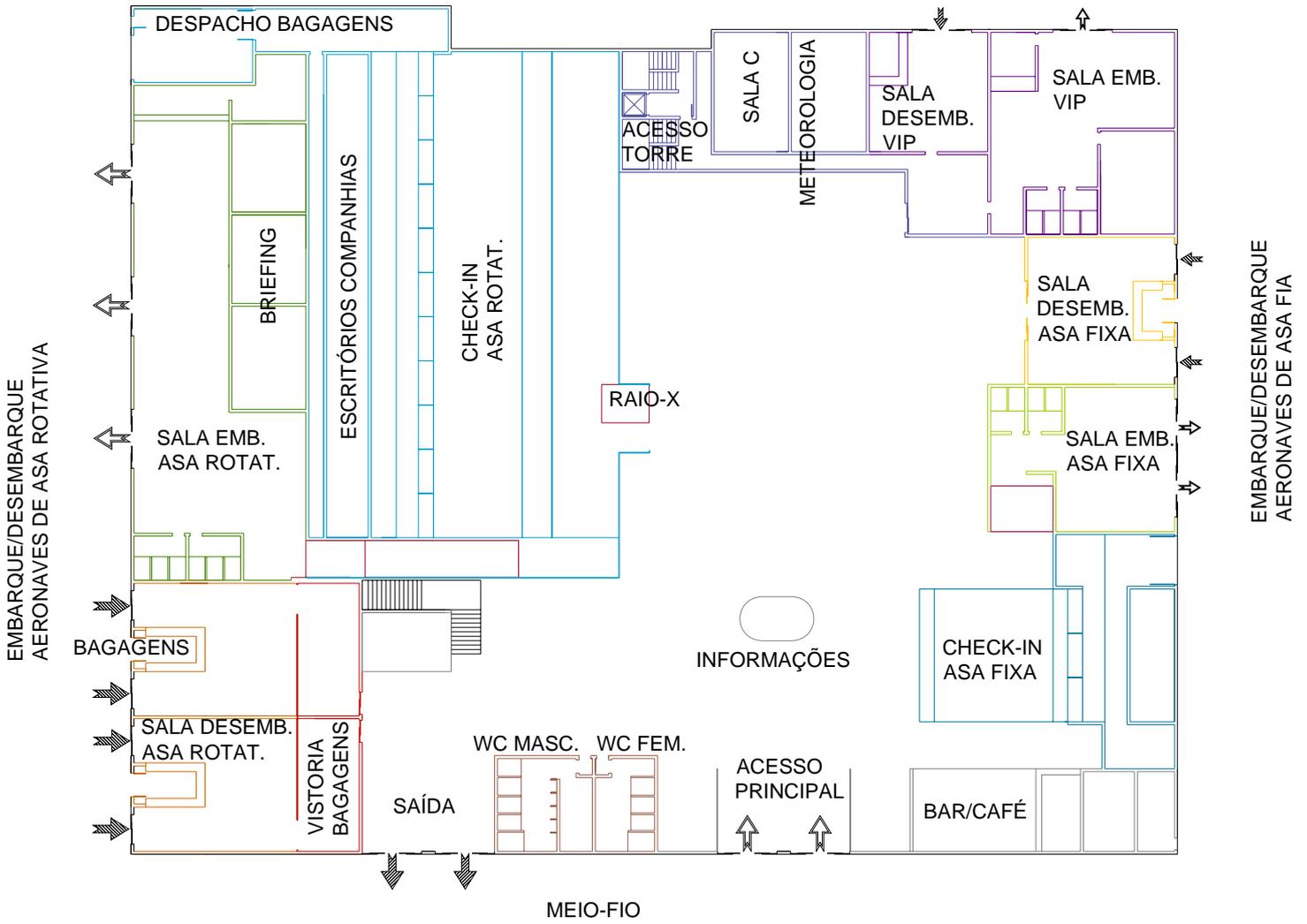
7) O que mais poderia ser feito para melhorar o processo de embarque/desembarque dos passageiros?

ANEXO B – PLANTAS BAIXAS DAS ALTERNATIVAS DE CONFIGURAÇÃO ESPACIAL

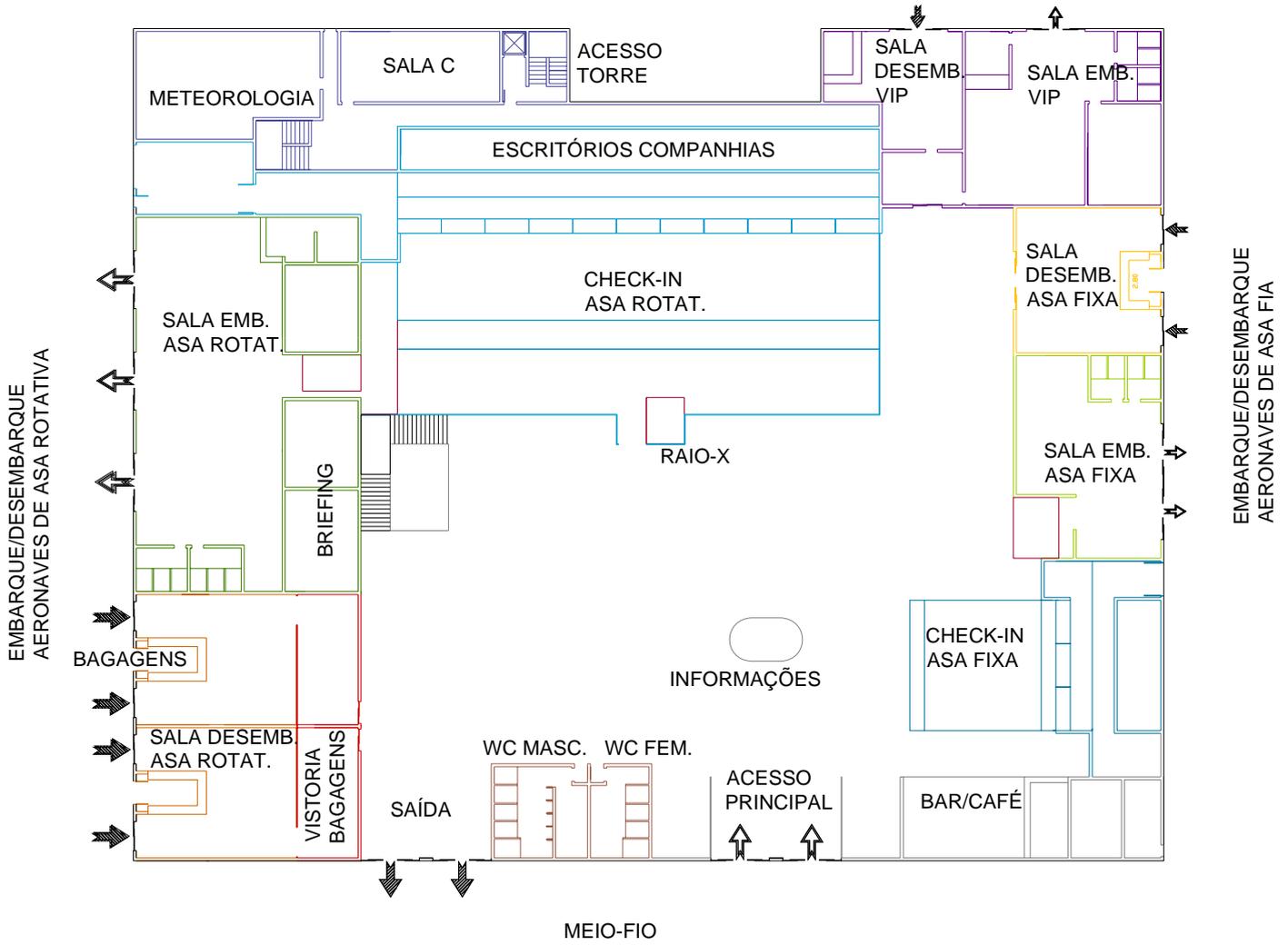
B1 – Alternativa 1



B2 – Alternativa 2



B3 – Alternativa 3



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INTERNATIONAL AIR TRANSPORTATION ASSOCIATION (IATA). **Airport Development Reference Manual**. IATA, 8ª edição, Montreal, 1995.
- [2] SERVICE TECHNIQUE DES BASAS AÉRIENNES (STBA). **Les Aéroports, Elements de Conception et de Dimensionnement des Aéroports Passagers**. Paris, 1983.
- [3] DIVISÃO DE ENGENHARIA DE INFRA-ESTRUTURA AERONÁUTICA (INFRA) – ITA. **Relatório Final do Projeto Conceitual do Novo Aeroporto de Farol de São Tomé – Petrobrás**. São José dos Campos, 2006.
- [4] NEUFERT, E. **Arte de Projetar em Arquitetura**. Gustavo Gille, 6ª edição, Rio de Janeiro, 1978.
- [5] GARCEZ, L. N. **Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária**. Edgard Blücher, 2ª edição, São Paulo, 1974.
- [6] HORONJEFF, R. & MCKELVEY, F. X. **Planning and Design Airports**. McGraw-Hill, 3rd edition, New York, 1983.
- [7] FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Planning and Design Guidelines for Airport Terminal Facilities**. Advisory Circular N° 150/5360-13, Washington, April, 1988.
- [8] BRUN, R. et al. **Les Aeroports, Conception et Construction**. Tome 2, 1ère Edition, v. 2, França, 1976.
- [9] PETROBRÁS. **A Petrobrás**. Disponível em:
<<http://www2.petrobras.com.br/portal/Petrobras.htm>>. Acesso em 01/11/2006.
- [10] PETROBRÁS. **Bacia de Campos - A maior reserva de petróleo do Brasil**. Disponível em:

<http://www2.petrobras.com.br/portal/frame.asp?pagina=/Petrobras/portugues/plataforma/pla_bacia_campos.htm>. Acesso em 01/11/2006.

[11] BRASIL. Lei n. 2004 de 03 de outubro de 1953. Dispõe sobre a política nacional do petróleo e define as atribuições do Conselho Nacional do Petróleo, institui a sociedade por ações Petróleo Brasileiro Sociedade Anônima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 03 de out. de 1953. P. 016705, col. 3.

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO

¹ CLASSIFICAÇÃO/TIPO <p style="text-align: center;">TC</p>	² DATA <p style="text-align: center;">14 de novembro de 2006</p>	³ DOCUMENTO N° <p style="text-align: center;">CTA/ITA-IEI/TC-005/2006</p>	⁴ N° DE PÁGINAS <p style="text-align: center;">83</p>				
⁵ TÍTULO E SUBTÍTULO: Dimensionamento do terminal de passageiros do aeroporto de São Tomé: estudo de caso.							
⁶ AUTOR(ES): Márcio Rômulo da Silva Regis							
⁷ INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – ITA/IEI							
⁸ PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: 1. Dimensionamento; 2. Terminal de passageiros; 3. Configuração espacial; 4. Heliporto.							
⁹ PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Planejamento de aeroportos; Terminais de passageiros; Heliportos; Estudo de casos; Engenharia aeroportuária; Transportes							
¹⁰ APRESENTAÇÃO: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="text-align: center;">X Nacional</td> <td style="text-align: center;">Internacional</td> </tr> </table> Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 2006. 83 páginas.					X Nacional	Internacional	
	X Nacional	Internacional					
¹¹ RESUMO: O novo Aeroporto de São Tomé tem como principal atribuição dar suporte às operações logísticas <i>off-shore</i> das plataformas de exploração de petróleo da Petrobrás, localizadas na Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro. Essas operações, no que concerne ao transporte dos funcionários, são realizadas com a utilização de aeronaves de asa rotativa, e devido ao grande movimento previsto, irão transformar o empreendimento no maior complexo aeroportuário/heliportuário do Brasil. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre o dimensionamento do terminal de passageiros do novo Aeroporto de São Tomé. Além da quantificação dos espaços, o trabalho inclui a proposição de algumas alternativas de configuração espacial e, a partir de critérios técnicos, a escolha daquela que possibilite a melhor distribuição dos fluxos. O resultado final do trabalho é a planta arquitetônica do terminal.							
¹² GRAU DE SIGILO: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">(X) OSTENSIVO</td> <td style="width: 25%;">() RESERVADO</td> <td style="width: 25%;">() CONFIDENCIAL</td> <td style="width: 25%;">() SECRETO</td> </tr> </table>				(X) OSTENSIVO	() RESERVADO	() CONFIDENCIAL	() SECRETO
(X) OSTENSIVO	() RESERVADO	() CONFIDENCIAL	() SECRETO				