

ANÁLISE CRÍTICA DO
ESTUDO DE DEMANDA DO PLANO DIRETOR DO
AEROPORTO INTERNACIONAL DO RECIFE - GUARARAPES

CLAUDIA MARIA GUEDES ALCOFORADO

ANÁLISE CRÍTICA DO
ESTUDO DE DEMANDA DO PLANO DIRETOR DO
AEROPORTO INTERNACIONAL DO RECIFE - GUARARAPES

Dissertação apresentada ao Curso
de Mestrado em Engenharia Civil
da Universidade Federal da
Paraíba, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau
de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOTECNIA E TRANSPORTES

ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTÔNIO ILDEFONSO DE
ALBUQUERQUE MELO

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO DE 1993



A354a Alcoforado, Claudia Maria Guedes
Análise crítica do estudo de demanda do plano diretor do
Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes / Claudia
Maria Guedes Alcoforado. - Campina Grande, 1993.
123 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -
Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências
e Tecnologia.

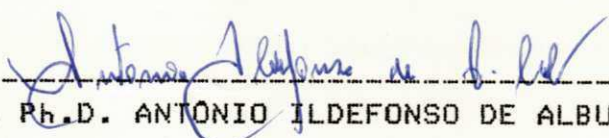
1. Aeroporto - 2. Administração - 3. Aeroporto dos
Guararapes - I. Melo, Antonio Ildefonso de Albuquerque, Dr.
II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande
(PB) III. Título

CDU 656.713(043)

ANÁLISE CRÍTICA DO
ESTUDO DE DEMANDA DO PLANO DIRETOR DO
AEROPORTO INTERNACIONAL DO RECIFE - GUARARAPES

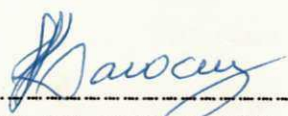
CLÁUDIA MARIA GUEDES ALCOFORADO

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 30-03-1993




Prof. Ph.D. ANTONIO ILDEFONSO DE ALBUQUERQUE MELO

Orientador



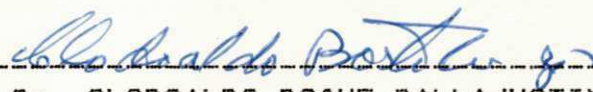
Prof. M. Sc. JOSÉ DE GUADELUPE LARCERIE DA SILVA

Componente da Banca



Prof. M. Sc. ADJALMIR ALVES ROCHA

Componente da Banca



Prof. D. Sc. CLODOALDO ROQUE DALLAJUSTINA BORTOLUZI

Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

MARÇO DE 1993

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr. Antônio Ildefonso de Albuquerque Melo, pela sua valiosa ajuda, dedicação e segura orientação, demonstrados ao longo de todo o trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Ayrton e Maria de Lourdes, incansáveis na luta pela formação moral e intelectual dos seus filhos, aqueles que primeiro me encaminharam aos estudos, apoiaram em todos os momentos e, principalmente, estimularam e motivaram a conclusão desta etapa de minha vida incentivando-me a prosseguir e nunca desistir daquilo em que acreditava, fossem quais fossem os obstáculos.

Aos meus queridos pais, companheiros de luta, minha eterna gratidão. Dedico-lhes com o meu reconhecimento, pois sem vocês a minha existência e deste trabalho não teriam sentido.

RECONHECIMENTOS

A Deus, que na sua benevolência, concedeu-me saúde e força durante a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Ildefonso de Albuquerque Melo, pela paciência, encorajamento e suporte moral.

Ao Prof. José de Guadalupe Larocerie da Silva, por ter despertado, através de suas aulas, minha atenção para os problemas aeroportuários, pelo incentivo em prosseguir em minhas pesquisas voltadas para o estudo de Aeroportos e principalmente, pelo constante apoio e amizade a mim dedicados.

Ao Prof. Adjalmir Alves Rocha, pela colaboração e participação na banca examinadora.

Ao Prof. Clodoaldo Roque Dallajustina Bortoluzi, pela colaboração e participação na banca examinadora.

A José Jonas de Oliveira, analista de sistemas do Núcleo de Processamento de Dados da Universidade Federal da Paraíba e José Edmilson Mazza Batista, professor do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Pernambuco pelo apoio na parte computacional.

Aos arquitetos da INFRAERO, Aglair Amorim Galo

Espinoza e Tulio Manoel Galo Espinoza pela ajuda na obtenção de dados e informações relevantes sobre o Aeroporto dos Guararapes.

À Patrícia Bittencourt Tavares das Neves pelas diversas formas de colaboração durante o curso de Mestrado.

A minha grande amiga Maria Salete Pinto Oliveira pela dedicação e por ter me proporcionado um lar quando eu estava tão longe de casa.

Aos meus queridos irmãos, Ayrton Jr., Ricarda, Sérgio Gustavo e Maria de Lourdes (Lou), pela nossa grande amizade e companheirismo, por sempre estarem torcendo por mim.

À memória de minha inesquecível tia Ondina Luzia de Vasconcellos.

Ao meu querido Guilherme, meu esposo, pelas ajudas de sempre, pela paciência, pelo permanente apoio e incentivo, por sua importância na minha vida e por compreender as minhas ausências e pelas horas que de direito seriam suas.

RESUMO

Neste trabalho formula-se uma metodologia para o desenvolvimento de um modelo de demanda para o Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes.

Na análise do problema procurou-se, inicialmente, identificar os fatores determinantes de demanda do Aeroporto. Para isso foram utilizadas as técnicas de Regressão Múltipla e Análise de Trajetória, o que permitiu a formulação de modelo econométrico adequado.

Posteriormente, utilizando-se o modelo obtido foram calculados os valores de demanda dos anos horizontes escolhidos, possibilitando, então, cotejar esses resultados com os que foram apresentados no Plano Diretor do Aeroporto e, assim, realizar a análise crítica do estudo de demanda do Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes.

Espera-se que a metodologia e conclusões deste trabalho forneçam além da técnica analítica apresentada uma melhor maneira de interpretação dos resultados estatísticos obtidos utilizando a Análise de Trajetória para a elaboração de modelo econométrico de demanda de um aeroporto.

ABSTRACT

This work presents a methodology for the development of a model of demand for the International Airport of Recife - named Guararapes.

Firstly, the analysis of the problem searches to identify the determinant factors of the airport demand. The techniques of Multiple Regression and Path Analysis were used, which permitted the adequate econometric model formulation.

Afterwards, by using the resulting model, the chosen horizon year demand values were calculated, permitting the assessment of those presented in the Airport Master Planning.

Thus, the demand critical analysis of the International Airport of Recife - Guararapes Master Planning could be done.

It is hoped that the methodology and conclusions presented in this work will provide besides the analytical technique a better formal manner to the interpretation of the statistical results by the use of Path Analysis in the formulation of an airport's demand econometric model.

I N D I C E

	Pág.
Agradecimento	iv
Dedicatória	v
Reconhecimentos	vi
Resumo	viii
Abstract	ix
CAPITULO I - Introdução	01
1.1. Considerações Preliminares	01
1.2. Definição do Problema	03
1.3. Objetivos: Geral e Específicos	07
1.4. Referência Bibliográfica	08
CAPÍTULO II - Análise de Demanda	10
2.1. Plano Diretor de um Aeroporto	10
2.2. Demanda de Transporte Aéreo	24
2.3. O Problema da Demanda de um Aeroporto	31
2.4. Demanda e Projeção do Plano Diretor do Aeroporto dos Guararapes	45
2.5. Referência Bibliográfica	52

	Pág.
CAPÍTULO III - Revisão Bibliográfica	54
3.1. Revisão Bibliográfica da Demanda de Transportes	54
3.2. Revisão Bibliográfica da Demanda de Aeroportos	63
3.3. Referência Bibliográfica	66
CAPÍTULO IV - Formulação do Modelo de Demanda	68
4.1. Análise de Fatores de Demanda	68
4.2. Formulação do Modelo de Demanda	71
4.3. Análise Crítica do Modelo pelos Diagramas de Traje- tória	79
4.4. Projeções da Demanda	104
4.5. Análise Crítica do Plano Diretor	109
4.6. Referência Bibliográfica	116
CAPÍTULO V - Análise dos Resultados	117
5.1. Apresentação dos Resultados	117
5.2. Análise Crítica dos Resultados	118
5.3. Conclusões e Sugestões para Pesquisas Futuras	120
APÊNDICES	
ANEXO I - Histórico do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes	A-I.1

	Pág.
ANEXO II - Características Físicas do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes ..	A-II.1
ANEXO III - Plantas	A-III.1
ANEXO IV - Dados Utilizados neste Trabalho	A-IV.1

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações Preliminares

Um estudo de demanda é de fundamental importância para um terminal aeroportuário.

Este trabalho trata da formulação de um modelo econométrico de demanda de um aeroporto, analisando as diversas variáveis representativas de demanda do aeroporto em questão relacionando-as com aquelas que se constituem em fatores determinantes do modelo.

O modelo definido neste trabalho é voltado principalmente para a previsão da demanda em horizontes definidos. Para se formular um modelo compatível com as tendências históricas das variáveis, são utilizados métodos econométricos. Neste propósito, a Análise de Regressão é um dos métodos estatísticos mais utilizados, e a interpretação dos resultados é ajudada usando a técnica de Análise de Trajetória.

O estudo foi feito inicialmente utilizando a análise de regressão simples e correlações entre cada variável dependente e cada uma das variáveis explicatórias separadamente. Aquelas variáveis independentes que apresentam os menores valores do coeficiente de determinação R^2 , e que se

mostram irrelevantes na análise, são excluídas. As demais variáveis passarão por uma nova etapa de análise, isto é, a análise de regressão múltipla pelo processo de 'stepwise'.

No início do trabalho, neste capítulo I, é formulada a definição do problema e são apresentados os objetivos do trabalho.

O Capítulo II trata das informações necessárias sobre o Plano Diretor de um aeroporto, o problema de demanda num Plano Diretor, incluindo a demanda e projeção no Plano Diretor do Aeroporto dos Guararapes.

O Capítulo III trata da revisão bibliográfica de demanda. Em seguida dá ênfase a análise de demanda de aeroportos.

O Capítulo IV descreve e analisa os fatores de demanda. Em seguida descreve a formulação do modelo de demanda do Aeroporto estudado. Na análise crítica do modelo apresentado, os valores resultantes das projeções com o modelo obtido são cotejados com os do Plano Diretor, permitindo, assim, a análise crítica do estudo de demanda do Plano Diretor do Aeroporto dos Guararapes.

No Capítulo V serão feitas a apresentação e análise dos resultados do modelo com as conclusões dos resultados obtidos e sugestões para pesquisas futuras.

Para maior esclarecimento são apresentados quatro Anexos no final deste trabalho.

1.2 - Definição do Problema

O propósito principal do estudo de demanda de um aeroporto é formular um modelo econométrico compatível com as características de tendências históricas de variáveis relevantes relativas ao aeroporto considerado e que são identificadas como fatores determinantes da demanda do aeroporto estudado.

A demanda de um aeroporto é, direta ou indiretamente, relacionada com diversas variáveis internas e/ou externas ao sistema aeroportuário.

As variáveis que foram estudadas para identificar entre elas quais as que se constituem em fatores determinantes do modelo econométrico de demanda são definidas aqui como:

Variáveis Independentes:

- Energia Elétrica Residencial
- Energia Elétrica Comercial
- Energia Elétrica Industrial
- Energia Elétrica Total
- População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos
- População da Região Nordeste

- População do Estado de Pernambuco
- População da Cidade do Recife
- Índice do Produto Interno Bruto
- Hotéis do Estado de Pernambuco
- Hotéis das Cidades do Recife e Olinda.

Neste trabalho foram utilizados dados históricos das variáveis acima relacionadas do período de 1977 a 1987. A seguir são feitas algumas considerações sobre as variáveis relacionadas anteriormente.

A energia elétrica residencial, energia elétrica comercial, a energia elétrica industrial e energia elétrica total são referentes ao município de Recife [1].

Deve-se observar que, a energia elétrica total, além dos tipos de energia citados, inclui outras formas de energia, tais como energia elétrica rural e iluminação municipal.

A população com renda superior a 5 salários mínimos refere-se a Região Nordeste [2].

Os dados das variáveis População da Região Nordeste, População do Estado de Pernambuco [2] e População da Cidade do Recife [3] representam os valores totais de População de cada ano na série histórica.

Os índices do Produto Interno Bruto aqui apresentados são os do Estado de Pernambuco, tendo sido

escolhido 1980 como ano base [4].

A variável Hotéis do Estado de Pernambuco corresponde ao número total de hotéis neste Estado em cada ano do período considerado [5].

Hotéis das Cidades do Recife e Olinda é a variável que representa a quantidade total de hotéis nas duas cidades relativa aos diversos anos da série histórica [5].

Posteriormente procurou-se identificar estatisticamente onde havia boa correlação entre as variáveis independentes e as variáveis características da demanda (variáveis dependentes).

Identificou-se como variáveis representativas da demanda as variáveis relacionadas a seguir:

Variáveis Dependentes:

- Passageiro Doméstico Regular
- Passageiro Internacional Regular
- Passageiro Total
- Carga Doméstica Regular
- Carga Internacional Regular
- Carga Total
- Aeronave Doméstica Regular
- Aeronave Internacional Regular
- Aeronave Total.

O tráfego doméstico regular [1] é aquele limitado às fronteiras do país e que tem ligações diretas com as localidades de Fortaleza, Natal, Rio de Janeiro, Maceió, Salvador, Belém, João Pessoa, São Paulo, Paulo Afonso, Brasília, Campina Grande, Aracaju e Juazeiro do Norte.

Quanto ao tráfego internacional regular [1], este possui ligações com as seguintes cidades: Lisboa, Porto, Londres, Madrid, Santiago, Milão, Roma, Barcelona, Paris e Miami, e ainda com vôos do tipo charter para Tenerife, Bruxelas, Düsseldorf, Munique e Buenos Aires.

O tráfego total [1] corresponde ao somatório dos tráfegos doméstico regular, internacional regular, regional, não regular e demais vôos de cada ano da série histórica.

O transporte aéreo regional [1] ou de 3ª nível, como é mais conhecido, une cidades do interior e frentes de obras aos seus respectivos polos geo-econômicos.

A designação de tráfego não regular refere-se a táxi aéreo e aviões particulares e por demais vôos entenda-se o uso do aeroporto por vôos não previstos [1].

Um estudo detalhado, analisando os diversos aspectos acima citados, procura identificar as variáveis que entrarão na formulação matemática do modelo econométrico como também as formas matemáticas das equações de demanda que melhor representam a evolução do tráfego aéreo neste caso. Para isso

foram utilizados os dados apresentados no Anexo IV.

Uma análise de cada equação, permite avaliar a influência de cada fator nos aspectos da demanda.

Para anos horizontes definidos serão feitas projeções das equações que determinam a demanda para que através da comparação dos resultados se faça uma análise crítica do estudo de demanda do Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes.

1.3 - Objetivos: Geral e Específicos

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a demanda do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes. Para este fim, procura identificar quais as variáveis relevantes para formulação matemática do modelo econométrico e qual a forma matemática mais adequada para as projeções.

Serão feitas projeções para anos horizontes definidos, identificando-se os diferentes aspectos da demanda. Os valores obtidos das projeções serão cotejados com aqueles do Plano Diretor do Aeroporto, que resultaram de formulação diferente. Assim sendo, será possível fazer uma análise crítica da demanda projetada pelo Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificação das variáveis que caracterizam a demanda do Aeroporto.
- Identificação das variáveis relevantes de cada aspecto da demanda do Aeroporto.
- Identificação das formas matemáticas das equações de demanda.
- Interpretação dos resultados obtidos pelo modelo usando a Análise de Trajetória.
- Projeções das equações de demanda para os anos horizontes.
- Análise das projeções.
- Cotejo dos valores projetados com os resultados obtidos pelo Plano Diretor.
- Análise crítica da demanda projetada pelo Plano Diretor.

1.4 - Referência Bibliográfica

1. Informações sobre tráfego aéreo e energia elétrica da Cidade do Recife - Departamento de Aviação Civil (DAC) - Rio de Janeiro, 1989.

2. Anuário Estatístico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1989.
3. CONDEPE - Cenário Prospectivo da População Pernambucana - Recife, 1987.
4. PIB do Estado de Pernambuco - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) - Recife, 1989.
5. Hotéis do Estado de Pernambuco - Empresa Pernambucana de Turismo (EMPETUR) - Recife, 1987.

CAPÍTULO II

ANÁLISE DE DEMANDA

2.1 - Plano Diretor de um Aeroporto

Definição e Objetivos

'Plano Diretor de um aeroporto é o conjunto de documentos pelo qual o Ministério da Aeronáutica aprova e oficializa o planejamento da implantação dos diversos componentes, visando o crescimento ordenado do aeroporto de forma que a expansão necessária seja ajustada ao crescimento de demanda do transporte aéreo' [1].

Os conceitos idealizados pelo planejador sobre a forma e estrutura do projeto final do aeroporto ficam contidos no Plano Diretor do Aeroporto.

Neste plano não está apenas a forma física do projeto final, mas também está uma descrição de suas etapas assim como as implicações financeiras e as estratégias fiscais implícitas. O plano diretor pode aplicar-se tanto a construção de um novo aeroporto como a uma ampliação importante de uma instalação existente. Mais especificamente é um guia para:

- desenvolvimento das facilidades de um aeroporto.

- desenvolvimento da área terrestre no aeroporto e adjacências.
- determinação dos efeitos da construção e operação do aeroporto nos arredores.
- estabelecimento das exigências do acesso.
- estabelecimento das viabilidades econômicas e financeiras dos desenvolvimentos propostos.
- estabelecimento de uma seqüência de prioridades e etapas para as melhorias propostas no plano.

O planejamento de um aeroporto é baseado em muitos procedimentos e critérios para avaliação de necessidades, seqüência de prioridades e alternativas e depois a justificação das alternativas selecionadas. Antigamente, no planejamento de aeroportos, o plano diretor do aeroporto desenvolvido primariamente como um plano tecnicamente viável engrenava quase inteiramente com as exigências operacionais da aeronave. Hoje em dia, contudo, uma infinidade de considerações técnicas complexas, econômicas, financeiras e políticas no desenvolvimento do aeroporto, bem como ênfases para o crescimento da qualidade do meio, influenciam fortemente o plano diretor. Como resultado disso, o plano adotado pode não ser necessariamente o melhor plano técnico. O plano, entretanto, é um compromisso entre diversas exigências de planejamento físico e não físico.

Conteúdo

O conteúdo de um plano diretor de um aeroporto varia dependendo da localização específica; mas, deveria incluir pelo menos os seguintes itens:

1 - Previsão de demanda

A previsão deve incluir operações das aeronaves, número de passageiros, volume de carga e correio, e tráfego veicular. A previsão pode ser feita não apenas em bases anuais mas também para as horas mais solicitadas do dia. Normalmente, contudo, é feita em bases anuais.

2 - Desenvolvimento de soluções alternativas para satisfazer razoavelmente a demanda prevista.

Cada solução alternativa deve levar em consideração fatores de impacto nos arredores, de segurança e econômicos.

3 - Determinação do custo-eficácia das soluções alternativas.

Uma análise de custo-eficácia deve incluir não apenas os custos e benefícios tangíveis mas também os intangíveis. Benefícios tangíveis incluem itens tais como redução nas

demoras das aeronaves. Estes são os benefícios que podem prontamente ser quantificados em termos monetários. Por outro lado custos sociais são mais difíceis para quantificar em termos monetários e são freqüentemente referidos como sendo intangíveis. Existem muitos benefícios extremamente importantes no processo de tomada de decisão, os quais até agora não podem ser quantificados para uma tomada de decisão. Um dos mais importantes destes é o ruído da aeronave. Portanto, deve-se procurar medidas de eficácia que não levem em consideração termos monetários. Por exemplo, em caso de ruído poderia ser estabelecido que um "lay-out" seria mais eficaz do que um outro porque o número de pessoas expostas ao ruído seria reduzido pela metade. Isso deveria mostrar que uma análise custo-eficácia não é um fim em si mesma, mais é uma contribuição para a tomada de decisão.

4 - Viabilidade financeira

Esta difere da viabilidade econômica por não existir garantia de que se o desenvolvimento proposto é economicamente viável é também viável para ser financiado. Investimentos prioritários devem ser estabelecidos entre as várias melhorias do aeroporto. Freqüentemente o plano diretor do aeroporto é separado do plano financeiro e administrativo; o último pode ser empreendido apenas depois que um plano físico é adotado. Devido a restrições financeiras, o plano financeiro deveria

ser empreendido concomitantemente com o planejamento das facilidades do físico.

5 - Impactos ambientais de soluções alternativas

O impacto de cada alternativa deve ser considerado e incorporado na análise de custo-eficácia. Embora o ruído da aeronave seja o principal problema ambiental, existem outros fatores que devem ser considerados, como se verá mais adiante.

Na preparação de um plano diretor, autoridades de transporte estadual e regional deveriam ser consultadas porque podem ser fontes de dados valiosos. O planejador deveria identificar todas as facilidades no aeroporto e como elas são usadas e os volumes de tráfego dentro e fora do aeroporto. Ele deveria também identificar como o espaço aéreo é usado e fazer avaliação dos auxílios à navegação e facilidades de comunicação que servem ao aeroporto. Um apanhado do uso do solo nas adjacências é também necessário para verificar o impacto ambiental de melhorias nas vizinhanças do aeroporto. A coleção de dados sócio-econômicos (população, atividade econômica, uso do solo) para a região em que o aeroporto serve é de valor para a previsão de demanda. Um estudo de disponibilidade financeira para melhorias do aeroporto é necessário para o desenvolvimento de um plano financeiro.

Um plano diretor de um aeroporto deve ser

desenvolvido baseado em previsões. A partir das previsões de demanda as várias facilidades do aeroporto podem ser estabelecidas. As previsões são feitas para aproximadamente 5, 10 e/ou 20 anos. Já foi dito anteriormente que para algumas atividades, tais como movimentos de passageiros e movimentos de aeronaves, são feitas previsões anuais, e, às vezes, das horas mais solicitadas no dia, já para carga aérea e correio uma previsão anual pode ser suficiente.

Existem muitos meios para previsão de demandas futuras. Os métodos de previsão diferem substancialmente; alguns são mais sofisticados do que outros mas todos têm um certo grau de incerteza. As mais complexas técnicas de previsão relacionam demanda a um número de fatores sociais, econômicos e tecnológicos que influenciam na viagem aérea.

Uma relação entre variáveis sociais, tecnológicas e econômicas por um lado e demanda de viagem por outro, é chamada de "modelo de demanda". O desenvolvimento e uso dos modelos de demanda são descritos nos passos a seguir:

- 1 - Observar o passado e tendências correntes da demanda de viagem aérea.
- 2 - Fazer um apanhado das variações nos fatores econômicos, sociais e tecnológicos na demanda de viagem aérea.
- 3 - Estabelecer uma relação (modelo) entre demanda

de viagem e os fatores citados em 2.

- 4 - Projetar para o futuro os valores dos fatores citados em 2.
- 5 - Usar o modelo desenvolvido em 3 e as previsões desenvolvidas em 4 para obter previsões do futuro da demanda de viagem aérea.

Análise da Capacidade e Demora

A determinação da capacidade e demora de esquemas alternativos para a melhoria de um aeroporto existente ou o desenvolvimento de um novo é um passo essencial no planejamento diretor. A comparação da demanda com capacidade proporciona informações básicas para determinação da extensão das facilidades exigidas. A demora é um 'input' essencial na análise de custo-benefício. O dinheiro economizado de demoras reduzidas podem ser comparados com os custos de melhorias do aeródromo, estabelecendo uma relação entre benefícios e custos.

Uma análise de capacidade de um aeroporto inclui não apenas o aeródromo mas também o espaço aéreo, entradas das aeronaves, terminais de passageiros, circulação veicular e estacionamento dentro dos limites do aeroporto, e acesso para o aeroporto. A proximidade de aeroportos um dos outros, o tipo

de operações de aeronaves sujeitas às regras de voo visual (VFR) ou regras de voo por instrumento (IFR) são todos fatores que podem afetar a capacidade de um aeroporto. Para grandes aeroportos, o acesso pode ser uma restrição no desenvolvimento do complexo aeroportuário por inteiro.

Exigências das Facilidades

As exigências para vias de circulação, prédios dos terminais, rodovias, estacionamento, entre outros, são desenvolvidas de uma análise de demanda e capacidade e de padrões geométricos no projeto dos componentes do aeroporto. A partir daí são obtidos o número, comprimento e configuração das pistas, a configuração das vias de circulação, número de entradas, tamanho dos prédios de terminal de passageiros, terminal de cargas e facilidades para aeronaves da aviação de modo geral. Tendo estas informações o planejador fica habilitado a obter uma primeira aproximação de todo o tamanho e padrão de um novo aeroporto ou a expansão de um já existente.

Impactos do Ambiente

A ênfase de preservação do ambiente requer que o planejador devota grande parte de tempo e desempenho para este tópico. Linhas mestras devem ser estabelecidas, as quais são

então incorporadas ao plano diretor do aeroporto pelos planejadores e por quem projeta a facilidade. Estas linhas mestras deveriam ser desenvolvidas por especialistas que têm um entendimento de problemas do ambiente.

Entre os fatores que influem no meio ambiente citamos:

- O ruído da aeronave é um dos problemas ambientais mais severos. Muito tem sido feito com relação às máquinas e à modificação de procedimentos de voo, o que tem resultado em reduções substanciais do ruído.
- Outros importantes fatores são a poluição do ar e da água devido a detritos industriais e esgotos do aeroporto e a perturbação de valores ambientais naturais [2].

A Federal Aviation Administration (FAA) é um órgão que estabelece, dirige e estimula a coordenação do sistema de aeroportos nos Estados Unidos e executa o programa de auxílio federal para aeroportos. Seus conceitos são amplamente empregados mesmo no âmbito mundial.

Embora o Brasil seja um Estado contratante da ICAO (International Civil Aviation Organization), as normas da FAA podem ser utilizadas para projetar os diferentes componentes de um aeroporto, desde que seja especificado no projeto.

A FAA descreve os objetivos de um plano diretor da seguinte forma [3]:

- Prover uma representação gráfica efetiva do projeto do aeroporto e a permissão de uso do solo dos terrenos adjacentes ao aeroporto.

- Estabelecer um plano de prioridades e fases para as diversas partes propostas no plano.

- Oferecer informação de antecedentes e dados necessários para o projeto do plano diretor.

- Descrever os diversos conceitos e alternativas que tenham sido consideradas para o estabelecimento do plano proposto.

- Proporcionar um texto conciso e descritivo para que o impacto e a lógica de suas recomendações possam ser claramente compreendidos pela comunidade a qual o aeroporto servirá e por aquelas autoridades e órgãos públicos encarregados da aprovação, promoção e financiamento das melhorias expostas no plano diretor.

A estrutura de um plano diretor recomendada pela FAA se compõe de quatro fases:

Fase I - Necessidades do Aeroporto

Esta primeira fase, principalmente, é uma análise do tamanho e localização da nova instalação com respeito a demanda prevista. Para cada localização possível, são necessários os seguintes dados: as características físicas e de entorno do local; a existência de aeroportos próximos; a estrutura do espaço aéreo na área e a disponibilidade e localização dos auxílios à navegação; vetores de expansão urbana; existência de escolas, hospitais e outras infraestruturas públicas; e as limitações legais relativas as disposições, regulamentos e construções que possam afetar a natureza e objeto de qualquer desenvolvimento aeroportuário que se projete.

Ainda nesta primeira fase, deve ser feita uma análise de demanda-capacidade; com os resultados da previsão do número de passageiros, volume de carga e movimento de aeronaves, tanto anuais como em épocas de pico, é possível determinar o tipo da instalação necessária, seu tamanho e as fases de construção, e assim, assegurar o equilíbrio entre a capacidade e a demanda.

Desde que propostas de desenvolvimento de um aeroporto possam afetar significativamente a qualidade da área de entorno, se sugere que em qualquer plano diretor de um aeroporto se avalie efeitos potenciais tais como: mudanças no nível de ruído ambiental, separação das comunidades, efeito em

zonas de interesse excepcional ou pitorescas, deterioração de importantes áreas de recreio, interferências na natureza e problemas de contaminação da água e do ar.

Fase II - Seleção do Local

Muitos fatores, tais como as dimensões do aeroporto, a configuração da pista de voo, os tipos de aeronaves, o volume de tráfego aéreo e as condições da área de entorno, afetam a forma do aeroporto e as manobras do tráfego nas proximidades do mesmo. Portanto, não é possível aplicar regras gerais sobre a distância mínima que deve haver entre aeroportos.

O espaço aéreo por onde transitam as aeronaves é um "espaço aéreo protegido". Não é permitida a existência de obstáculos em determinadas superfícies que são denominadas de "superfícies controladas".

Durante a seleção para escolha do local deve levar-se em conta que os locais considerados não tenham obstáculos naturais ou artificiais que possam atingir as superfícies controladas. O zoneamento adotado no Plano Diretor deve incluir em sua última fase a restrição de alturas para prevenir violações do espaço aéreo protegido no decorrer da vida do aeroporto.

Ainda nesta fase, deve-se levar em conta os problemas

de impacto na área de entorno do aeroporto que estão intimamente ligados a natureza do uso do solo circundante, tanto do ponto de vista do uso atual como futuro. A proximidade de um aeroporto não é particularmente prejudicial para alguns usos do solo, mas para outros tipos de desenvolvimento, a presença de um aeroporto próximo pode dar lugar a sérios impactos nas possibilidades da área.

Ao selecionar o local de um aeroporto, o planejador deve procurar não complicar desnecessariamente os esquemas de movimento de superfície dentro da área de influência do aeroporto, principalmente, tendo em vista que a viagem aérea não é uma viagem que começa e termina em dois edifícios terminais, mas que geralmente é o ramo principal de uma viagem multimodal, então os aeroportos devem situar-se de forma que minimizem os tempos de acesso por superfície e devem estar localizados mais próximos aos principais pólos geradores de demanda, observando-se a existência de estradas ou rodovias nas proximidades e o tipo de pavimento.

De forma a atender às exigências normais de serviços comerciais, no que se refere à implantação do aeroporto devem ser consideradas as condições relativas a água e esgoto, energia elétrica, telecomunicação e lixo.

Entre as análises mais freqüentes para a avaliação dos custos de implantação de aeroporto em novo local, a FAA destaca os associados à: desapropriação da área necessária;

interferência e remoção urbana; execução de acessos rodoviários; instalação de infra-estrutura básica; preparação da área para implantação do aeroporto (características topográficas); alterações ecológicas e implantação de equipamento de auxílio à navegação e proteção ao voo.

Fase III - Plano de Configuração do Aeroporto

O plano de configuração do aeroporto se compõe de uma série de planos que representam tanto a infraestrutura existente como a que se propõe desenvolver no local selecionado para o aeroporto. Geralmente o plano diretor do aeroporto inclui um plano de uso do solo para a área do aeroporto. Dentro dos limites do aeroporto se faz um plano detalhado do uso do solo; fora dos limites do aeroporto se representa o solo em linhas gerais. Dado que o ruído é um fator negativo muito importante sobre a área de entorno, deve incluir-se um plano que represente a exposição ao ruído nas áreas circundantes que permita reconhecer as áreas de impacto significativo. Além disso, a FAA recomenda um plano que represente aquelas áreas em que seria necessária a fixação de alturas (zona de proteção de aeródromos), e ainda, planos de área terminal e planos de acessos ao aeroporto.

Fase IV - Plano Financeiro

Na última fase do plano diretor deve ser feita a

avaliação econômica final para as etapas de 5,10 e/ou 20 anos para saber se em cada etapa o desenvolvimento proposto será capaz de produzir fundos suficientes para cobrir os custos anuais de capital e os gastos de operação, tendo em conta as verbas federais, estatais e subvenções de auxílio. Em geral os fundos procedem de taxas aos usuários, alugueis comerciais e de concessões das diversas atividades aeroportuárias.

Uma vez comprovada a possibilidade econômica, deve ser feita uma análise financeira das formas de capital disponível para dar prosseguimento ao projeto.

2.2 - Demanda de Transporte Aéreo

A análise de demanda de transporte aéreo não necessita ser sempre realizada dentro do contexto multimodal entre cidades. As características técnicas e econômicas específicas do sistema de transporte aéreo torna, em muitos aspectos, o transporte aéreo uma modalidade especial. De fato, algumas dessas características levaram ao avanço da análise de demanda do transporte aéreo além do nível alcançado na análise do transporte entre cidades em geral.

O transporte aéreo atrai considerável atenção no que diz respeito aos planejamentos de transporte e econômico, a despeito do seu papel relativamente menor no setor de

transporte em geral, pois por sua própria natureza, o transporte aéreo é principalmente um sistema que é interestadual e internacional. Isso conduz a um envolvimento considerável de agências governamentais na sua operação e regulamentação. Está, assim, sujeito a negociações políticas entre nações e algumas vezes é um instrumento de política de uma nação.

A regulamentação do transporte aéreo tem contribuído para o avanço da sua análise de demanda de duas maneiras: primeiro, porque o desenvolvimento e implementação de políticas que regulamentam o transporte aéreo exigem análises de demanda detalhadas para poder avaliar os impactos sociais e econômicos dessas políticas; e, em segundo lugar, porque a implementação de regulamentação necessita de órgãos gestores dessa regulamentação de operação do sistema de transporte aéreo e exige dos operadores que ofereçam dados sobre suas operações. Isso significa que os dados normalmente disponíveis sobre transporte aéreo excedem em natureza e qualidade àqueles que podem ser obtidos por outras maneiras. Esses fatos tem contribuído para encorajar e facilitar a condução da análise de demanda e determina o avanço de sua metodologia.

O transporte aéreo exige grandes infraestruturas na forma de aeroportos e sistemas de aeronaves e depende de uma tecnologia que exige uma certa folga de tempo para desenvolvimento e implementação. Por conseguinte, a projeção

das exigências de transporte aéreo tem se tornado uma atividade relativamente importante nos planos diretores e planejamento econômico dos aeroportos.

Trata-se a seguir da metodologia de análise da demanda do transporte aéreo, em geral, particularizando depois para o estudo da análise de demanda de um aeroporto específico que é o caso deste trabalho.

Duas abordagens são usadas para a análise da demanda do transporte aéreo:

- 1) Abordagem macro.
- 2) Abordagem micro.

A análise da demanda do transporte aéreo segue em geral a abordagem usada no transporte entre cidades.

Assim sendo, os modelos de demanda de viagens aéreas normalmente têm a mesma estrutura, consistindo essencialmente de um vetor de variáveis sócio-econômicas e de um vetor de oferta do sistema, ou nível de variáveis de serviço. A teoria de demanda microeconômica e a teoria do comportamento do consumidor estão subjacentes à análise de demanda do transporte aéreo, do mesmo modo que estão à análise de demanda de outros meios de transporte. Contudo, as características especiais da modalidade aérea determinam outras limitações na aplicação dessas teorias. Por exemplo, nas viagens aéreas não

se tem a gama de escolha do transporte urbano, pois a modalidade aérea evidentemente não tem o grau de ubiquidade do transporte terrestre e não é susceptível a um processo de modelagem contínuo como o transporte terrestre. Mais ainda, a modalidade aérea não é susceptível a uma caracterização da modalidade abstrata como as outras modalidades de transporte terrestre o são, que determina limitação na aplicação de modelos de escolha modal.

A maioria das análises de demanda pode ser classificada em um dos dois grupos, macroanálise ou microanálise. A macroanálise preocupa-se com as atividades de transporte aéreo para todo o sistema e trata de modelos de tráfego que não são altamente estratificados. A microanálise preocupa-se mais especificamente com fluxos de origem-destino e com medidas altamente estratificadas de atividades de tráfego. Estes dois tipos de análise têm diferentes estruturas e são usados para objetivos diferentes [4].

Macroanálise de Demanda de Viagens Aéreas

A macroanálise da demanda de viagens aéreas destina-se a projeção dos níveis de atividade globais do transporte aéreo.

Trata de medições para todo o sistema das viagens aéreas e não se preocupa normalmente com a análise específica

de um aeroporto ou com fluxos de origem-destino. É usualmente realizado para uma base anual ou sazonal e não se preocupa com variações diárias ou horárias ou características de pico.

A estrutura geral de um macromodelo de demanda de viagens aéreas está baseada na teoria de demanda econômica e na teoria do comportamento do consumidor. Consiste em dois conjuntos de variáveis: um vetor de níveis de atividades sócio-econômicas para a área considerada e um vetor de atributos do sistema de transporte aéreo. Um macromodelo típico teria então a seguinte formulação:

$$T = T(D, S)$$

onde T = a medida de tráfego adotada

D = um vetor de níveis de atividades sócio-econômicas que determina a demanda de viagens aéreas

S = um vetor de variáveis de oferta de transporte.

Como em outras análises de demanda, a calibração de um macromodelo para a demanda aérea consiste em três etapas:

- 1) Especificação da estrutura do modelo.
- 2) Seleção de uma data base.
- 3) Estimação e avaliação dos parâmetros.

Os macromodelos tratam do sistema de transporte aéreo

total, sem pares de cidades particulares. Conseqüentemente, não é possível obter dados de seção transversal em que basear estes modelos, pois tais dados exigiriam partição de um sistema nos componentes, cada um dos quais constituiria uma observação. Portanto, os macromodelos são baseados em dados de séries temporais e são construídos e calibrados para explicar a evolução histórica do tráfego aéreo [4].

Microanálise de Demanda de Viagens Aéreas

Enquanto os macromodelos de demanda de viagens aéreas podem ser úteis na explicação da evolução histórica dos volumes de tráfego, têm deficiências que resultam principalmente de sua natureza altamente agregada e prejudicam o seu uso como instrumento de política aeroportuária. Mais ainda, os macromodelos só podem ser calibrados com dados de séries temporais que não estão sempre disponíveis para todo o sistema. A microanálise, por outro lado, realizada numa base mais detalhadamente estratificada, é necessária como instrumento de análise de política aeroportuária e planejamento.

A estratificação mais comum na microanálise é por origem e destino.

Os modelos resultantes são chamados modelos de pares de cidades. Outros tipos de microanálise incluem modelos de

demanda de aeroporto específico e aplicação de modelos de escolha ao estudo da escolha de rotas de viagens aéreas, escolha de companhia aérea, tipo de tarifa e escolha de aeroporto em área urbana servida por um sistema de mais de um aeroporto [4].

Análise de Demanda de um Aeroporto Específico

Nos planejamentos e planos diretores de aeroportos, surge a necessidade da projeção de volume de tráfego a ser manipulado pelo aeroporto em questão. Nas etapas iniciais de planejamento e análise de viabilidade, somente as projeções do tráfego total, sem muita estratificação por características de tráfego, são normalmente usadas. Para assegurar a capacidade de projeção da análise de demanda de um aeroporto específico, modelos de demanda específicos de aeroporto podem ser muito úteis para fornecer esses tipos de projeções.

Dois tipos de modelo de demanda de tráfego de aeroporto são comuns na prática. O primeiro é agregado por natureza e trata do volume de tráfego total, o segundo é mais detalhado e trata da distribuição de tráfego para seus destinos e classifica tipos de demanda. Obviamente o segundo tipo de modelo de demanda fornece uma melhor capacidade de projeção e, diferentemente do primeiro, pode responder por variações que podem ocorrer em outras localizações do sistema e que possam afetar o tráfego do aeroporto em questão.

A forma geral dos modelos de demanda agregados de aeroporto é muito semelhante ao macromodelo para todo o sistema que já foi discutido anteriormente. As variáveis sócio-econômicas são introduzidas do mesmo modo que nos macromodelos, somente que aqui neste modelo de demanda de aeroporto as variáveis se referem especialmente a área metropolitana e região próxima ao aeroporto estudado.

A maioria das projeções de aeroportos usadas no planejamento aeroportuário é baseada em modelos deste tipo, embora sejam, também, utilizadas outras técnicas. Este tipo de modelo é usado neste trabalho [4].

2.3. O Problema da Demanda de um Aeroporto

O transporte aéreo se caracterizará, em futuro próximo, por volumes de tráfego muito superiores aos atuais. Para atender esta demanda, a resolução dos aspectos econômicos e políticos do problema geral apresentará maiores dificuldades do que resolver os aspectos técnicos. O crescimento continuado de tráfego cria a necessidade de um planejamento a longo prazo que seja eficaz e exige uma abordagem coordenada para projetar, desenvolver e operar o aeroporto de modo a atender a demanda futura. Variações tecnológicas rápidas exigem que as projeções de demanda sejam feitas a intervalos de tempo cada vez mais curtos.

Embora pareçam demasiadamente otimistas as considerações anteriores, quando olhadas em retrospecto depois dos aumentos dos preços dos combustíveis e a recessão continuada, os prognósticos otimistas não são simples sonhos de futuristas, mas melhores estimativas de níveis futuros de demanda feitas por planejadores da indústria de transporte aeronáutico.

A expansão desta modalidade está relacionada com o crescimento populacional, industrialização crescente dos países em desenvolvimento, variação na forma da estrutura industrial dos países em desenvolvimento, urbanização crescente em todo o mundo e, não menos importante, variações tecnológicas rápidas e marcantes.

A despeito das dificuldades relacionadas com elaboração de projeções de demanda de transporte aéreo, tais estimativas são necessárias pelas razões seguintes:

- 1 - Atender as indústrias aeronáuticas na antecipação de níveis de encomenda de aeronaves e desenvolvimento de novas aeronaves.
- 2 - Assistir as companhias aéreas nos seus planejamentos, a longo prazo, de equipamento e pessoal.
- 3 - Ajudar às autoridades responsáveis pelos aeroportos a desenvolverem organizadamente

sistemas de aeroportos nacionais e internacionais, e auxiliar todos os níveis administrativos dos aeroportos no planejamento da infraestrutura.

2.3.1. Métodos Convencionais de Projeção

A grosso modo, a projeção da demanda de tráfego aéreo futuro tem sido feita numa escala macroscópica, considerando a demanda como uma resposta a níveis globais de variação de um certo número de variáveis, sem examinar em detalhe os efeitos individuais das variáveis particulares. Esses métodos bastante simples têm sido aplicados com razoável sucesso nos níveis locais, nacionais e internacionais, onde taxas de crescimento de tráfego obtidas de séries históricas são consideradas constantes em certo intervalo de tempo. Os métodos que foram usados incluem opinião, levantamento de expectativas, projeções por tendências e projeções básicas, que serão ligeiramente discutidos.

Opinião

Sob condições de crescimento muito limitadas, este é um método rudimentar mas, algumas vezes, eficaz de projeção por um planejador que é íntimo do problema e hábil em

integrar e balancear os fatores envolvidos na situação específica. As oportunidades de sucesso diminuem ao passo que a complexidade da situação aumenta e a necessidade de projeções a longo prazo predomina [5].

Levantamento de Expectativas

Técnica que não é amplamente usada é o levantamento de expectativas, orientado por indivíduos da indústria aeronáutica de transporte que podem pretender estar em posição de julgar as tendências futuras. Pela seleção de uma ampla gama de fatores relevantes levantados, o planejador espera ter uma visão equilibrada do problema.

Procedimento bastante requintado, que está se tornando amplamente usado no planejamento de transportes, é a Análise Delfica - abordando as estimativas do futuro aplicando um processo iterativo para levantamento de expectativa. Neste procedimento, peritos fazem projeções e então recebem realimentação de resultados de todo o grupo de planejadores. Depois de cada iteração, a gama de respostas tende a se estreitar, e o consenso é finalmente alcançado. Em geral, contudo, levantamentos de expectativas são mais apropriados para projeções agregadas nos níveis regionais e nacionais que estimativas desagregadas no nível de aeroporto [5].

Projeções de Tendências

Têm sido bastante usadas as projeções de tendências, caso em que o planejador simplesmente extrapola, baseando o julgamento em valores de crescimento passados. A curto prazo esta técnica é razoavelmente confiável, especialmente quando o processo de extrapolação é levado a efeito com taxas de crescimento modificadas para levar em conta as perturbações de curto prazo nas tendências seculares. A longo prazo este tipo de extrapolação é pouco confiável e teoricamente de difícil justificação [5].

Projeções Básicas

Técnica amplamente usada para projeção de tráfego aéreo é o método de projeção básica, que admite que o percentual do volume de passageiros nacionais anuais de uma cidade permanece relativamente constante ao longo do tempo. Projeções de aeroportos são obtidas por percentuais deduzidos das projeções nacionais. O método tem duas sérias limitações:

- 1 - Percentagem de valores numéricos a nível nacional não permanece necessariamente constante; áreas que crescem rapidamente atraem mais tráfego, ao passo que a demanda de tráfego em áreas mais estáticas com bases econômicas primárias podem não variar de modo significativo.

2 - As projeções nacionais têm se mostrado historicamente incorretas, como se pode comprovar em vários estudos [5].

2.3.2. Métodos Analíticos de Projeção de Demanda de Viagens Aéreas.

Projeção de tendência é um método simplista em que a técnica de aplicação considera a experiência no tempo e tenta continuar a curva de demanda histórica à luz de prognóstico de condições globais. Oscilações, para mais ou para menos, no estado geral da economia são aplicados a tendências e são usados para modificar o modelo macroscópico.

No passado, e em países em desenvolvimento o transporte aéreo tem apresentado um crescimento exponencial. Contudo, em países do primeiro mundo é preferível usar a curva logística que reflete melhor a demanda por novas tecnologias.

A curva exponencial leva bastante rapidamente a níveis inatingíveis de demanda, quando aplicada a longo prazo, mas a curva logística reflete de maneira mais realista as taxas de crescimento muito rápidas da demanda nos pontos de introdução de tecnologia, onde os custos de produção caem rapidamente, há posteriormente uma eventual saturação de mercado a custos de produção marginal razoavelmente constantes. Assim, quando a projeção de tendência é aplicada a parte inicial da curva, tende a dar projeções de longo prazo

absurdamente altas para as funções de demanda que de fato segue uma forma logística a longo prazo.

Os métodos analíticos procuram superar os erros grosseiros da Análise de Tendência na geração de viagens tentando relacionar o nível de tráfego às variações dos níveis de uma variedade de fatores causais ou fortemente associados. No caso da demanda de tráfego aéreo, encontrou-se que o número de viagens depende não só de variáveis sócio-econômicas mas também de outras variáveis que têm base, também, no sistema.

2.3.3 - As Variáveis para Modelagem da Demanda

As viagens aéreas podem ser consideradas como o produto de quatro fatores básicos que devem ser levados em conta em qualquer análise realista tentando prever a demanda futura. Os fatores básicos são os seguintes:

- 1) Oferta de pessoas.
- 2) Motivação de viagem.
- 3) Recursos disponíveis para gastos em viagem em termos de tempo e dinheiro.
- 4) Infraestrutura de transporte capaz de suportar a demanda de viagem.

Para projeção a longo prazo é necessário considerar a natureza dos fatores subjacentes da demanda para poder tentar as projeções. Quando uma análise de demanda completa for viável, por disponibilidade de dados numéricos e informações, o procedimento deve consistir dos seguintes passos:

- 1) Observação das tendências do passado.
- 2) Identificação de variáveis exógenas que agem como substitutas dos fatores básicos causando variações no nível de demanda do transporte aéreo.
- 3) Levantamento básico coletando dados sócio-econômicos que descrevam o estado da população, natureza da área de estudo e estado tecnológico do sistema.
- 4) Estabelecimento de relações entre variáveis preditivas e o nível, bem como, a variação nos níveis da demanda de transporte.
- 5) Previsão do nível, antecipadamente, das variáveis exógenas nos anos horizontes.
- 6) Previsão dos níveis futuros de demanda com auxílio do modelo de demanda formulado com as variáveis exógenas estimadas nos seus níveis de ano horizonte.

Métodos simplistas de previsão tais como projeção de

tendências levam em consideração explicitamente o primeiro passo tão somente, os passos de 2 a 6 estão misturados com julgamento subjetivo, com variável grau de sucesso.

Tentando fazer previsões o analista deve enumerar e quantificar as variáveis que provavelmente afetarão o nível de demanda. Em estudos anteriores variáveis nas seguintes áreas foram usadas:

- 1) Variáveis demográficas, incluindo tamanho da cidade e/ou densidade populacional.
- 2) Proximidade de outras grandes cidades.
- 3) Característica econômica da cidade.
- 4) Atividades governamentais.
- 5) Níveis de tarifas.
- 6) Desenvolvimento das modalidades de transporte em competição.
- 7) Desenvolvimento tecnológico.
- 8) Adequação da provisão de infraestrutura da modalidade aérea e modalidades em competição.
- 9) Características urbanas e regionais de desenvolvimento.
- 10) Vários outros imponderáveis, tais como variações

socioculturais no lazer e padrões de trabalho, variações na tecnologia de comunicação e variações seculares nos padrões de vida [5].

2.3.4 - A Demanda e sua Projeção

No processo de análise de demanda, o analista modela diretamente os diversos aspectos de demanda.

A escala do modelo de demanda pode variar muito tendo em vista as diversas finalidades dos estudos. Num extremo da variação é possível produzir macromodelos para descrever e projetar níveis agregados de viagens a nível nacional, ou modelos relacionados a aeroportos específicos, como é o caso neste trabalho.

Duas técnicas principais de análise têm sido usadas: Análise de Mercado e Regressão Múltipla [5].

Análise de Mercado

A abordagem pela análise de mercado normalmente aceita a hipótese que a participação de uma área no mercado total de transporte aéreo permanece constante ao longo do tempo. Os totais de demanda nacional são avaliados para a data

do projeto, normalmente usando projeções de tendência diretamente. A curto prazo a hipótese de constância da participação do mercado total é bastante razoável e válida, mas sob condições econômicas e demográficas variáveis, o analista deve estar menos confiante da precisão da hipótese. De outro modo, a técnica de classificação cruzada pode ser usada: aqui faz-se a hipótese que os indivíduos com características sociais, econômicas e demográficas diferentes, apresentam comportamentos de viagem aérea previsivelmente diferentes que sejam constantes ao longo do tempo. Baseado num levantamento de informações, a demanda de viagem é separada por diferentes categorias para diferentes elementos que compreendem a população total; as variáveis usadas incluem renda, idade, tipo de emprego, estrutura familiar e educação. Taxas de demanda são calculadas para cada nível das variáveis preditivas usando dados do levantamento no ano base. Em seguida, essas taxas de viagem são aplicadas para projetar a população nacional desagregada nas suas partes componentes por nível de variável preditiva. A agregação dos níveis de demanda componentes então fornece a demanda total projetada para a população futura.

A desvantagem deste método é que outros fatores exógenos não são incluídos na análise. Fatores econômicos e tecnológicos não são incluídos.

Análise de Regressão

A projeção das características da demanda do transporte aéreo, pode ser feita procurando-se um modelo da demanda pela análise de regressão. Modelos estatísticos de análise de demanda têm sido amplamente usados por muitos anos na previsão do transporte de passageiros em áreas urbanas e regionais.

Quando aplicada ao transporte aéreo, relações estatísticas são formuladas entre taxas de geração de viagens aéreas (as variáveis dependentes) e o número de variáveis preditivas (variáveis independentes). A análise é normalmente levada a efeito observando as gerações de viagem aérea de levantamento de dados e registrando os níveis relacionados e variações de níveis dos dados sócio-econômicos da área e características físicas do sistema de transporte aéreo no seu aspecto global. Pelo uso, em cada caso, de técnicas multivariadas apropriadas tais como análise de correlação, análise das constantes de regressão, análise de trajetória pelos betas, análise fatorial, ou outros métodos estatísticos multivariados, as variáveis preditivas mais adequadas ao modelo são escolhidas por suas características estatísticas relevantes que indiquem sua capacidade de modelar convenientemente a demanda. Então modelos de regressão podem ser construídos para descrever relações existentes, e estes modelos são depois usados para projetar a demanda futura.

Tipicamente o modelo de regressão de geração de viagem aérea seria da seguinte forma:

$$T = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$$

onde: T = o número da característica de geração de viagem da demanda considerada;

X_1, X_2, \dots, X_n = variáveis independentes ou preditivas;

a_0, \dots, a_n = constantes de regressão.

Modelos desta forma são apropriados tanto para a análise de demanda nacional como para a análise local (aeroporto).

Verifica-se, em diversos estudos, que as variáveis mais comumente usadas para projeção de viagem gerada numa área são população, renda, emprego, energia e facilidades locais.

É essencial que nas relações modeladas haja não somente correlação estatística, mas também um relacionamento causal e lógico entre as variáveis preditas e preditivas. É também importante que as variáveis preditivas sejam amplamente independentes umas das outras; o que deve ser analisado [5].

Análise de Trajetória

Discute-se agora uma extensão multivariada, isto é,

análise de trajetória. A análise de trajetória é uma aplicação da regressão padronizada que tenta definir as interrelações entre uma série de variáveis. O método que já era conhecido desde 1920 só teve uma aplicação mais sistemática em pesquisas em 1965 por Bouden e 1966 por Duncan. Inicialmente o pesquisador atribui uma ordem às variáveis que restaram do processo "stepwise" e liga as variáveis sequencialmente usando setas. Estabelecidas as setas (ou trajetórias), o pesquisador deve examinar a estrutura resultante que foi imposta às variáveis. Como consequência da análise de trajetória, o pesquisador obtém uma série de "coeficientes de trajetória". Estes são, nada mais que os coeficientes de regressão padronizados (betas do SPSS) relacionados com as regressões múltiplas separadas obtidas.

O relacionamento entre as variáveis independentes é obtido do quadro de correlação entre as variáveis.

O diagrama de trajetória obtido fornece uma boa visualização da influência recíproca das variáveis do modelo estudado.

Note-se que os coeficientes de regressão dependem das unidades de medida das variáveis e que eles podem se tornar mais comparáveis expressando cada variável em termos do seu próprio desvio total. Isso se torna mais necessário quando o desvio padrão das variáveis são muito diferentes, nesses casos os coeficientes beta têm muito valor na análise. Os

coeficientes de regressão medem a variação na variável dependente para variação unitária em cada variável independente (mantendo as outras variáveis constantes). Os coeficientes beta medem a variação na variável dependente (em unidades de desvio padrão) mantendo as outras variáveis constantes. Na regressão simples o coeficiente beta é idêntico ao coeficiente de correlação pois $\beta^* = \beta (\sigma_x / \sigma_y) =$ coeficiente de correlação r_{xy} . Assim sendo, para pares de variáveis eles são conceitualmente análogos. Isso permite a interpretação dos modelos econométricos pelo diagrama de trajetória [6].

2.4 - Demanda e Projeção do Plano Diretor do Aeroporto dos Guararapes

O Plano Diretor de um aeroporto se faz necessário no planejamento da implantação e adequação dos diversos componentes do aeroporto no que se refere ao seu crescimento ordenado de modo que os ajustes necessários estejam de acordo com o aumento de demanda do transporte aéreo.

O Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife-Guararapes foi baseado num horizonte de estudo de 20 anos, concentrando seu detalhamento nos primeiros 10 anos do planejamento, já que deveria ser revisto a cada período máximo de 5 anos, conforme prevê a norma em vigor, sem no entanto alterar a base do planejamento, apenas adequando-a às

necessidades que possivelmente surgiriam devido a variações nas previsões de demanda ou outros fatores relevantes.

Este Plano Diretor está apresentado em três volumes, sendo que o primeiro deles contém informações baseadas nos Acervos Técnicos da CECIA e INFRAERO e relativas ao planejamento do aeroporto. No segundo volume estão os estudos de demanda de transporte aéreo e infraestrutura aeronáutica e, também, os estudos de capacidade dos componentes da infraestrutura aeroportuária, necessária ao atendimento das demandas previstas. Finalmente, o terceiro volume apresenta o planejamento geral do aeroporto, incluindo os estudos e a solução adotada para o desenvolvimento do sítio e sua área circunvizinha, e ainda o plano de viabilidade financeira do empreendimento.

Neste trabalho discute-se do volume dois deste Plano Diretor [1], exclusivamente, o que se refere a demanda, tendo em vista que este conteúdo específico faz parte do núcleo deste trabalho.

2.4.1 - Demanda de Transporte Aéreo

Foram apresentadas projeções dos diversos tipos de tráfego que operam no Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes (tráfego doméstico regular, tráfego internacional regular, tráfego regional, tráfego não regular e demais vôos,

tráfego militar) e projeções relativas ao movimento de aeronaves para cada tipo de tráfego, levando-se em consideração para os dois tipos de projeção, previsões pessimistas, médias e otimistas, todas para os anos de 1989, 1994 e 2004.

Para cada modalidade de tráfego, a previsão foi realizada através de um modelo econométrico (não especificado no Plano Diretor) ajustado aos dados históricos de tráfego. No tráfego regional, foi utilizado também, como parâmetro comparativo, a evolução dos demais tipos de tráfego.

As previsões do tráfego não regular e demais vôos foram feitas com base no total observado dos últimos anos da década de 70.

O tráfego militar é estimado através do total de movimentos realizados pela Força Aérea Brasileira, tirando-se a participação percentual historicamente observada do Aeroporto do Recife desse total, ajustando aos dados históricos, já que não são conhecidas previsões oficiais desse tipo de tráfego e que também tende a crescer de forma relativamente homogênea em todo o País, não estando estreitamente correlacionado às variáveis sócio-econômicas e sim à segurança nacional.

O Plano Diretor no que se refere à carga, considerou a carga carregada mais a carga descarregada para os tráfegos

doméstico e internacional regular e regional, sendo a previsão feita através de uma função matemática (também não especificada no Plano Diretor) ajustada aos dados históricos destes tráfegos.

Com relação à movimentação de Correio, a estimativa foi obtida no Plano Diretor através da média da relação carga/correio nos últimos anos anteriores aos da previsão, tendo em vista que mesmo sendo realizado pelos tráfegos doméstico regular, internacional regular e regional, o movimento de correio é pouco expressivo em relação à carga.

2.4.2 - Tráfego na Hora-Pico

O Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes, por sua localização geográfica, tem uma distribuição de tráfego bastante homogênea, apresentando um número de horas ocupadas bem maior que a maioria dos aeroportos brasileiros, o que significa haver uma suavização dos picos e um volume médio de tráfego de passageiros relativamente menor.

Devido as suas características geográficas, as empresas de transporte aéreo que operam no aeroporto, o utilizam como ponto de escala em serviços de trânsito em aproximadamente dois terços do total de frequências oferecidas e no restante, onde os serviços são do tipo origem/destino, verifica-se que existem vôos onde o tempo de permanência no

solo é bastante próximo dos tempos observados em serviços do tipo trânsito. Esses fatores provocam a redução do número de passageiros que se utilizam do aeroporto ao mesmo tempo, como também do total de aeronaves estacionadas no pátio.

No Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes, embora se verifique no que diz respeito ao movimento de passageiros, quatro horas com grande movimento, o período mais crítico é o compreendido entre dezessete e dezenove horas com uma média de seis operações. Para o pátio de aeronaves, o período mais crítico está entre uma e três horas por causa da coincidência de serviços domésticos e internacionais.

Na projeção do tráfego de passageiros na hora-pico, levando-se em conta que o perfil descrito se mantenha, tomou-se como base o movimento verificado à tarde, associado ao tráfego de aeronaves do mesmo período e para o número de posições de estacionamento, foi feita a previsão baseando-se no período noturno, já que os serviços internacionais devido as grandes etapas, tendem a preferir os horários noturnos quando as temperaturas estão mais amenas e facilitam a operação.

A metodologia adotada para previsão do tráfego de passageiros doméstico, internacional e regional na hora-pico consiste em relacionar o movimento anual de passageiros ao movimento na hora-pico, ajustando aos dados históricos uma curva genérica que representa o total de passageiros

embarcados mais desembarcados durante uma hora, em função do movimento anual de passageiros do mesmo tráfego. Considera-se como hora de maior movimento a hora-pico do dia médio do mês pico, e ainda, são observados parâmetros básicos de cada tipo de tráfego. Neste trabalho não houve a preocupação de investigar problemas relacionados com hora-pico, tendo em vista concentrar-se no estudo da demanda do Aeroporto.

2.4.3 - População do Aeroporto

A população do Aeroporto é constituída basicamente de passageiros embarcados e desembarcados, de acompanhantes, visitantes e funcionários em serviço no Aeroporto.

A relação do número de acompanhantes por passageiros foi estimada tomando como base o ano de 1983 por analogia nos aeroportos brasileiros já pesquisados e pela avaliação no local do comportamento de passageiros embarcando. Entre os fatores que determinam o número de acompanhantes por passageiros e o número de visitantes, estão as características do tráfego (predominância das viagens de longa duração ou curta duração), as características do usuário (passageiro), a localização do aeroporto (distância) em relação ao principal centro gerador e facilidades de acesso.

Os funcionários em serviço no Aeroporto são aqueles que desempenham suas funções na administração do Aeroporto, em

empresas concessionárias de serviços aéreos, no Departamento de Aviação Civil (DAC), Departamento de Eletrônica e Proteção ao Voo (DEPV), manutenção das instalações do Aeroporto, prevenção e combate a incêndio, restaurante e bar, serviços de rampa, carga aérea, serviço médico, serviço postal, bancos, abastecimento de combustíveis, firmas de prestação de serviços, policiamento, órgãos governamentais, entre outros.

É importante observar que segundo pesquisas feitas com diversos países, existe uma estreita correlação entre o total de passageiros embarcados mais os passageiros desembarcados no aeroporto e o correspondente contingente de funcionários, sendo que a relação entre essas duas variáveis não é do tipo linear, porque a automatização de alguns serviços tende a ocasionar diminuição na mão de obra para atender um aumento no número de passageiros. Sendo assim, a razão funcionário por passageiro deve ter um comportamento decrescente.

2.4.4 - Sistema Viário

No cálculo do volume de tráfego (em Unidade de Carro de Passeio - UCP) das vias de acesso de/para o Aeroporto, considera-se o número de pessoas que utilizarão o terminal de passageiros na hora-pico, a repartição modal observada para Recife, as taxas de ocupação dos veículos e também as variações nas taxas de acompanhantes para cada horizonte de

planejamento. Assim, obtém-se valores para cada segmento de mercado que irá contribuir no carregamento das vias de acesso ao Aeroporto no horário de pico e finalmente, com base na divisão modal e respectivas taxas de ocupação, encontra-se o número de veículos que estará demandando o Aeroporto.

Pode-se, assim, ver que o estudo de hora-pico é complementar do estudo de demanda e que é levado a efeito quando se pretende utilizar a teoria das filas para estudar fluxo e capacidade em diversas partes do aeroporto.

2.5 - Referência Bibliográfica

1. Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes, Departamento de Aviação Civil, vol. 1 e 2, 1981.
2. Horonjeff, R.: "Planning and Design of Airport", Mc Graw-Hill Book Company, 1975.
3. Airport Master Plans, FAA Advisory Circular AC 150/5070-6, February 1971.

4. Kanafani, A., 'Transportation Demand Analysis',
Mc Graw-Hill Book Company, 1983.
5. Ashford, N., Wright, P. H., 'Airport
Engineering', John Wiley & Sons, New York, 1979.
6. Ott, L., Mendenhall, W., Larson, R. F.:
'STATISTICS: A Tool for the Social Sciences',
Duxbury Press, Massachusetts, 1978.

CAPÍTULO III

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Revisão Bibliográfica da Demanda de Transportes

Sejam duas localidades: A e B. A demanda por transporte entre A e B depende do tipo de sistema de transporte que as liga e a demanda pode ser bastante aumentada melhorando o sistema de transporte. Isto colocado nestes termos pode levar a confundir fluxo de tráfego com demanda. Uma condição de demanda pode ter muitas condições de tráfego. Quando o custo é reduzido, o volume de tráfego aumenta, e vice versa. É esta relação que reflete a demanda por transporte e não algum dos valores de tráfego, pois é fácil de ver que tais valores únicos podem vir de um número ilimitado de curvas relacionando tráfego com custo de transporte.

Pode-se pois definir a demanda por transporte como um potencial por fluxo de tráfego. Este potencial por sua vez é relacionado com as atividades de produção e consumo em A e B, ou em realidade, em geral, com as atividades sócio-econômicas [1].

O 'custo de transporte' é um custo muito genérico e inclui todos os atributos que neste caso particular é responsável pela dificuldade de transportar mercadorias entre A e B. Inclui o custo monetário efetivo de transporte, quando

relevante, o valor do tempo envolvido, a deterioração das mercadorias despachadas, o desconforto e inconveniente da viagem; é, pois, designado normalmente como "custo generalizado". É suficiente considerá-lo como uma "resistência" ao movimento entre A e B. Com a demanda definida como um "potencial" e o custo de transporte considerado como uma "resistência", pode-se delinear uma analogia com circuitos elétricos: a quantidade real de fluxo de tráfego entre A e B (corrente) é o resultado da interação entre a demanda (potencial) e o custo de transporte (resistência). Esta analogia usada por Kanafani [1] ajuda a entender o conceito de demanda de transporte mas tem um valor limitado quando tenta caracterizar este fenômeno num modo econômico comportamental.

A Demanda de Transporte é uma Demanda Derivada

Para bem entender o mecanismo de demanda de transporte é preciso que fique bem claro que a demanda de transporte é uma demanda derivada. Assim sendo, considere-se o fato de que o volume de tráfego entre A e B é afetado pelas condições existentes entre A e B e pelo custo de transporte, é, também, afetado pelo mercado de mercadorias em B. De fato, se a demanda por estes produtos em B é baixa ou não existe, então não haveria fluxo de tráfego entre A e B, quaisquer que fossem as condições favoráveis entre A e B. Por esta razão, diz-se que a demanda por transporte entre A e B é "derivada" da demanda em B por bens importados de A. De fato, há pouco

sentido transportar mercadoria simplesmente pelo objetivo de transportar, por mais baixo que sejam os custos, se não houver demanda das mercadorias.

Teoria da Demanda em Microeconomia

Em teoria microeconômica, a demanda é abordada em dois níveis: um nível individual, que se chama "demanda do consumidor", e um nível agregado, que se chama "demanda de mercado". Este último é obtido simplesmente por agregação ou somatório, das demandas de todos os consumidores individuais. Esta dicotomia é importante na aplicação da teoria da demanda de transporte: a análise da demanda individual pode ser útil quando a aplicação trata de previsões microscópicas do comportamento de viajantes individuais no sistema de transporte, e a demanda de mercado agregada é útil quando pretende prever o comportamento dos sistemas de transporte nas suas totalidades de um modo macroscópico [2].

Aspectos específicos da demanda de transportes foram analisados detalhadamente por Kanafani [1], Mannheim [3] e Quandt [4].

Demanda do Consumidor

O termo consumidor está definido ou por um indivíduo que toma decisões independentemente sobre as várias quantidades de bens variados disponíveis ao consumo durante um

período especificado de tempo, ou uma família que por motivos práticos pode-se admitir que toma decisões como uma unidade. A teoria trata de compreender e caracterizar os fatores que afetam o comportamento de consumo, de modo a formular relações de demanda para todas as mercadorias de interesse. Em resumo, as hipóteses seguintes são feitas na teoria da demanda do consumidor [1]:

- 1 - O consumidor pode escolher. Num meio onde as pessoas não têm escolha do modo que desejam gastar seus recursos sobre bens de consumo, haveria pouca necessidade da teoria da demanda para prever tal escolha. Escolha a este respeito significa que o consumidor pode variar a quantidade de dinheiro a ser gasta do orçamento com mercadorias específicas ou grupos de mercadorias. Por exemplo, o consumidor pode comprar e consumir mais alimento e menos roupas, mais viagens de turismo e menos alimentação.
- 2 - Todo bem de consumo possui certas características que dão utilidade, ou satisfação, ao consumidor. Essas utilidades são diferentes para consumidores diferentes e são comumente consideradas como retornos do processo de consumo. Deve-se observar que são essas características dos bens e não os bens

propriamente ditos que, por hipótese, geram a utilidade. Este conceito é relevante na aplicação da teoria de transporte, pois implica, por exemplo, que não são as modalidades ou rotas específicas de uma viagem que estão sujeitas a escolha, mas suas características tais como tempo de viagem e custo de viagem é que estão sendo escolhidas.

Este conceito, refere-se a "mercadorias abstratas" e sua aplicação ao transporte é vista em vários trabalhos.

- 3 - O consumidor tem uma estrutura de preferência consistente que é baseada nas utilidades relativas dos vários bens disponíveis. Essa estrutura de preferência aplica-se a bens que são alternativos no sentido de que o consumo de um não implica necessariamente no consumo do outro numa dada proporção.
- 4 - O consumidor é, por hipótese, considerado insaciável. Isso significa que para qualquer bem, mais é sempre melhor do que menos. A função utilidade descrevendo a maneira pela qual a utilidade resulta do consumo não pode ser decrescente. Na realidade, isso não pode ser interpretado como significando que o consumidor

consumirá uma quantidade ilimitada de um bem. O que isso significa é que dada a escolha entre duas quantidades do mesmo bem o consumidor optará por maiores quantidades.

Em realidade, a questão anterior do consumo infinito não surge, pois restrições de orçamento e tempo fornecerão sempre limitações significantes. Este é, especificamente, o caso do transporte onde, a despeito de limitações orçamentárias sobre o custo de viagem, o tempo consumido é também limitado.

- 5 - A escolha do consumidor está limitada a restrição orçamentária. Consumo de bens exige o gasto de dinheiro e possivelmente outros recursos tais como tempo. O consumidor não possui um suprimento ilimitado destes recursos e conseqüentemente não tem escolha ilimitada. Dado um grupo de bens dos quais o consumidor está fazendo escolha, e dado um limite da quantidade de dinheiro e tempo que o consumidor é capaz de alocar a este grupo de bens, o consumidor escolherá uma combinação de bens que maximizará a utilidade sem violar qualquer das restrições orçamentárias apresentadas. É deste princípio básico de consumo que a maioria das relações de demanda é derivada.

Demanda de Mercado

Até agora discutiu-se, como revisão, a função de demanda do consumidor individual, que como se viu anteriormente pode ser um simples indivíduo, uma família, ou uma simples firma tentando maximizar a utilidade de consumo sujeita a renda ou restrição orçamentária. Em realidade, o que interessa é o comportamento do mercado em sua totalidade, e não um consumidor isolado. Isso é especificamente verdadeiro no caso de análise de demanda de transporte, pois a motivação maior é a projeção do tráfego total. O tráfego gerado por um único indivíduo ou família é de interesse limitado no planejamento de transporte. Portanto, um meio deve ser encontrado para passar da demanda individual para a demanda de mercado.

Se todos os indivíduos num mercado têm a mesma função de utilidade, a mesma renda ou orçamento, e enfrentou os mesmos preços ou custos, então a função de demanda de mercado seria simplesmente a função individual multiplicada pelo número de indivíduos. Esta situação é naturalmente puramente hipotética. De fato, se todos os indivíduos no sistema fossem tão semelhantes, então não haveria necessidade de teoria; tudo poderia ser prognosticado da simples observação do indivíduo. Por outro lado, se todos os indivíduos da sociedade tivessem funções de utilidade tão significativamente diferentes, bem como orçamento, e custos, então a análise de demanda seria

intratável, pois incluiria a análise de quantidades imensas de dados e cálculos trabalhosos. Enquanto este cenário é provavelmente mais próximo da verdade do que o primeiro, há provavelmente grandes grupos de indivíduos cujas características são bastante próximas desta, com o propósito de análise de demanda, podem ser considerados análogos. Todos os consumidores em tal grupo podem ser representados razoavelmente bem por um único indivíduo.

Para desenvolver algumas propriedades fundamentais das funções de demanda de mercado, admite-se que o mercado é constituído de segmentos, cada um dos quais é homogêneo no sentido que todos os seus membros têm a mesma função de utilidade, renda e orçamento [1].

A teoria da demanda do consumidor e a teoria da demanda de mercado tiveram uma formulação matemática sistemática por J. M. Henderson e R. E. Quandt (1971) [5].

Demanda de Viagens Urbanas

Os procedimentos atuais de análise de demanda de transportes urbanos foram desenvolvidos de forma sistemática nas décadas de 60 e 70. Foram usados durante esse período em mais de 250 áreas metropolitanas da América do Norte e, com variações, em várias outras cidades em todo o mundo. As

questões tratadas nessas abordagens de modo mais eficiente foram aquelas consideradas de maior importância na década de 60: projeções da demanda urbana a longo prazo, planejamento regional e levantamento de dados necessários para a formulação de projetos de facilidades mais importantes [6].

As questões depois de 1970, contudo, são diferentes e mais numerosas. Planejadores devem avaliar uma ampla gama de opções incluindo não somente novos sistemas de transporte tais como transportes coletivos sensíveis a demanda como também opções de baixo investimento tais como políticas de estacionamento, controle de fluxo, faixa exclusiva para ônibus, esquemas de controle de tráfego, política tarifária e zonas com exclusão de veículos. Mais ainda, a opção de não construir facilidades está sendo selecionada de modo crescente por tomadores de decisão tendo em vista que efeitos sociais e ambientais estão sendo avaliados de modo mais esmerado.

Como depois da década de 70 as restrições de energia e recursos se tornaram questões importantes em política de investimentos públicos, mais atenção foi dada a maneira como influenciar os padrões de viagens urbanas e regionais a fim de alterar o nível de consumo de energia e reduzir os impactos adversos do transporte [7].

3.2 - Revisão Bibliográfica da Demanda de Aeroportos

Modificações rápidas têm sido, e continuarão a ser, aspectos marcantes do transporte aéreo. Essa característica é importante no planejamento de aeroportos. É difícil, mesmo nas melhores circunstâncias, projetar um sistema que possa responder ao tipo de alto crescimento em tráfego que tem ocorrido no transporte aéreo. A expansão rápida exige que se planeje o projeto, construção e operação de facilidades para condições que não se tem ainda experimentado nem se teve muito tempo para pensar a respeito. E o planejamento de aeroporto não é levado a efeito em circunstâncias favoráveis. Extrema variabilidade na taxa, e freqüentemente mesmo na natureza ou localização do crescimento do tráfego aéreo concorrem para os problemas relacionados com a pressão do crescimento rápido.

Importante aspecto do transporte aéreo, e de fato de todas as modalidades de transporte, é a dificuldade de previsão das demandas de tráfego com toda precisão. Fatores intangíveis entram sempre nessas projeções. Assim sendo, a confiança em qualquer estimativa de nível de investimento necessário no futuro é relativamente baixa. Entretanto, isso não descarta a possibilidade do uso de melhores técnicas de projeção. O resultado é que praticamente todas as pessoas relacionadas com o planejamento de transporte sabe que se pode oferecer estimativas razoáveis de demanda futura. Às vezes os erros são relativamente grandes mas isso não quer dizer que

não se procure, sempre, as melhores técnicas disponíveis. Estimativas de custos de construção de facilidades de aeroportos para atender determinados níveis de demanda estimados têm um certo grau de incerteza. O custo real de qualquer projeto de construção de aeroporto, em qualquer unidade monetária constante que elimina a inflação, é tipicamente cerca de um terço superior a estimativa original dos projetistas. E, freqüentemente, atinge o duplo do orçamento. Esses fatos foram comprovados pelos estudos da Comissão do Terceiro Aeroporto de Londres [8]. Outros problemas mais sutis e fundamentais surgem da confiança excessiva de planejadores na previsão de demandas futuras. Essa fé tem conduzido muitos deles a agir como se fosse possível determinar as conseqüências de qualquer plano precisamente e pudesse, portanto, escolher os desenvolvimentos que seriam melhor adaptados, de forma rígida, para os próximos vinte anos ou mais. Essas atitudes produzem métodos, para aeroportos, atrelados a propostas, justificacão, e implementacão de rígidos planos diretores que definem que projetos devem ser construídos sem levar em consideracão incertezas futuras.

Procedimentos deste tipo levaram, por exemplo, a implementacão do maciço Aeroporto de Dallas/Fort Worth, que se mostrou um desastre financeiro e operacional [9]. Os planejadores de Dallas/Fort Worth admitiram a hipótese de que a demanda de tráfego continuaria a crescer rapidamente e que o

custo de operação das suas instalações automáticas permaneceria baixo, e pouco se preocuparam com possíveis alterações na concepção global do projeto caso as coisas não resultassem como tinham sido previstas. Como aconteceu, as expectativas não foram atendidas, e o plano diretor rígido deixou os viajantes, companhias aéreas e a região, com inconvenientes e embaraços, e um aeroporto de alto custo de funcionamento [9].

No contexto nacional convém lembrar o caso do Aeroporto de Salvador (1983). A metodologia de estimativa e projeção da demanda é típica. Entretanto pode ser aplicada a qualquer outro aeroporto, em qualquer região do mundo. Leva em conta as informações oficiais (a níveis federal, local e aeronáutico), as previsões de tráfego e objetivos almejados pela ampliação do aeroporto, ou seja, os tráfegos doméstico e internacional, especialmente o turismo e o apoio dado ao crescimento econômico local [10]. Trata-se de uma metodologia bastante otimista que prevê uma série de benefícios resultantes de um tráfego cuja demanda não está bem estimada.

Em janeiro de 1989 terminou-se a ampliação do Aeroporto Internacional de São Paulo (em Guarulhos, a 25 km de São Paulo). Essas obras, - concepção e gerenciamento do projeto da Comissão Coordenadora do Projeto Sistema Aeroportuário de São Paulo (Copasp) -, tiveram início em janeiro de 1985. Com a ampliação, as instalações do aeroporto

de Guarulhos permitirá a decolagem de aviões com capacidade máxima de carga, passageiros e combustível, permitindo também aeronaves mais pesadas. Tudo isso resulta da análise e projeção da demanda do aeroporto e da tentativa de adequar convenientemente instalações modernas a demanda crescente.

3.3 - Referência Bibliográfica

1. KANAFANI, A.: "Transportation Demand Analysis", Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1983.
2. BAUMDL, W. J.: "Economic Theory and Operation Analysis", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1977.
3. MANNHEIM, M.: "Fundamentals of Transportation System Analysis", MIT Press, Cambridge, Mass. vol. 1, 1980.
4. QUANDT, R. E.: "The Demand for Travel: Theory and Measurement", D. C. Heath, Lexington, Mass. 1970.
5. HENDERSON, J. M., QUANDT, R. E.: "Microeconomic Theory - A mathematical approach", Mc Graw-Hill Book Company, 1971.

6. Issues in Statewide Transportation Planning, TRB-SR 146, 1973.
7. Urban Travel Demand Forecast, HRB - SR 143, 1972.
8. UK, Commission on the Third London Airport, Report, HMSO, 1971.
9. NEUFVILLE, R. de, "Airport System Planning", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1971.
10. SILVA, A. da: "Aeroportos e Desenvolvimento", INCAER - VILA RICA, Rio, Belo Horizonte, 1991.

CAPITULO IV

FORMULAÇÃO DO MODELO DE DEMANDA

4.1 - Análise de Fatores de Demanda

Na pesquisa dos fatores determinantes da demanda do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes, procurou-se utilizar, inicialmente, a análise de regressão simples e correlações entre cada variável dependente e cada uma das diversas variáveis explicativas.

Depois, foi possível selecionar aquelas variáveis que apresentaram os maiores coeficientes de determinação (R^2) para cada variável dependente característica de cada aspecto de demanda; permitindo, assim, prosseguir com o processo seletivo das diversas variáveis independentes, levando aquelas variáveis que se mostraram mais relevantes para o posterior confronto com os resultados da análise de regressão múltipla pelo processo do "stepwise" [1].

As variáveis que representam a demanda, ou seja, as variáveis dependentes, com as respectivas nomenclaturas utilizadas neste trabalho, são as seguintes:

D1 - PASDDREG - Passageiro Doméstico Regular

D2 - PASINREG - Passageiro Internacional Regular

- D6 - PASTOTAL - Passageiro Total
- D7 - CARDOREG - Carga Doméstica Regular
- D8 - CARINREG - Carga Internacional Regular
- D11 - CARTOTAL - Carga Total
- D16 - ANVDREG - Aeronave Doméstica Regular
- D17 - ANVINREG - Aeronave Internacional Regular
- D21 - ANVTOTAL - Aeronave Total

As variáveis independentes, isto é, aquelas que provavelmente explicam os diversos aspectos da demanda estão listadas abaixo com as respectivas siglas de identificação:

- D22 - ENERES - Energia Elétrica Residencial
- D23 - ENECOM - Energia Elétrica Comercial
- D24 - ENEIND - Energia Elétrica Industrial
- D25 - ENETOT - Energia Elétrica Total
- D26 - POPRENDA - População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos
- D27 - POPNE - População da Região Nordeste
- D28 - POPPE - População do Estado de Pernambuco
- D29 - POPREC - População da Cidade do Recife

D30 - PIBINDCE - Índice do Produto Interno Bruto

D31 - HOTELPE - Hotéis do Estado de Pernambuco

D32 - HOTRECOL - Hotéis das Cidades do Recife e Olinda

Analisando-se os valores numéricos relativos ao período compreendido entre 1977 e 1987, pode-se observar no Aeroporto Internacional dos Guararapes, que o tráfego de passageiros é predominantemente doméstico, com uma participação percentual em relação ao tráfego de passageiros internacional oscilando entre 94,7 e 98,5%, estando aquele tráfego em relação à variável PASTOTAL, que representa o número total de passageiros de todos os tipos de tráfego que operam neste Aeroporto, variando entre 90,2 e 97,1%, e o tráfego de passageiros internacional no intervalo compreendido entre 1,4 e 5,1% de PASTOTAL. Assim, verifica-se, que os demais tipos de tráfego de passageiros: regional, não regular e demais vôos, não apresentam valores percentuais relevantes para influir na análise.

No que se refere ao tráfego de carga deste Aeroporto, observa-se que a participação mais expressiva é também do tráfego do tipo doméstico, variando entre 79,4 e 95,8% em relação ao tráfego de carga internacional. No que diz respeito ao tráfego de carga total - CARTOTAL, que é aquele que engloba os diversos tipos de tráfego de carga, já anteriormente mencionados, a influência do tráfego doméstico nos valores de

CARTOTAL é bastante considerável, ficando na faixa entre 79,4 e 93,4% naquele período da série histórica. O tráfego internacional em relação a esta variável fica no intervalo de 4,0 a 20,6%.

Novamente, obtém-se resultados que mostram que os tráfegos regional, não regular e demais vôos apresentam valores irrelevantes para entrar no estudo de tráfego de carga.

A partir desses resultados obtidos nos tráfegos de passageiros e carga, é natural que o movimento de aeronaves seja também preponderantemente doméstico, o que é comprovado pela participação percentual de 88,7 a 97,5% durante o período já mencionado do movimento de aeronaves neste tipo de tráfego em relação ao tráfego internacional. Também comparando com o movimento total de aeronaves (ANVTOTAL) que é o somatório dos diversos tipos de tráfego, a participação do tráfego doméstico é bastante expressiva, estando entre 62,6 e 86,8%. No movimento de aeronaves o tráfego internacional participa com um percentual variando de 1,9 a 8,0% de ANVTOTAL.

4.2 - Formulação do Modelo de Demanda

Faz-se a seguir uma análise das equações do modelo de demanda encontrado.

PASDOREG - Passageiro Doméstico Regular

$$\begin{aligned} \text{LXD}_1 \text{ estim} = & - 15,35879 + 1,378253 \text{ LD}_{22} \\ & + 1,407355 \text{ LD}_{30} + 13,10203 \text{ LXD}_{29} \\ & - 8,164410 \text{ LXD}_{27} + 0,6662537 \text{ LXD}_{26} \\ & - 0,8462727 \text{ LD}_{23} + 1,065622 \text{ LD}_{32} \\ & - 1,619058 \text{ LD}_{31} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,99470$$

onde: $\text{LD}_i = \ln D_i$

$$\text{LXD}_i = \ln(\text{XD}_i) = \ln(D_i/1000)$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_y = & 0,70971 Z_{D22} + 0,76294 Z_{D30} + 1,57319 Z_{D29} \\ & - 1,97163 Z_{D27} + 1,01748 Z_{D26} - 0,66574 Z_{D23} \\ & + 0,93145 Z_{D32} - 1,31529 Z_{D31} \end{aligned}$$

Pela análise dos betas da equação de regressão linear múltipla padronizada pode-se verificar que as variáveis que mais influem na PASDOREG são População da Cidade do Recife (D29) e População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos (D26).

Intuitivamente observa-se a consistência da observação, o que será discutido em 4.3.

PASINREG - Passageiro Internacional Regular

$$\begin{aligned} D2 \text{ estim} &= - 2074258 + 12,70539 \text{ XD27} + 84,99942 \text{ XD25} \\ &\quad - 303,0599 \text{ XD28} - 34,01478 \text{ XD26} \\ &\quad + 2908,552 \text{ XD29} + 335,2847 \text{ D31} \\ &\quad - 0,4407419 \text{ D23} + 712,9616 \text{ D30} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,96489$$

$$\text{onde: } XD_i = (D_i / 1000)$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_y &= 1,66767 Z_{D27} + 0,95524 Z_{D25} - 6,40841 Z_{D28} \\ &\quad - 0,60024 Z_{D26} + 6,12137 Z_{D29} + 0,30197 Z_{D31} \\ &\quad - 1,47871 Z_{D23} + 0,64776 Z_{D30} \end{aligned}$$

Observando-se os betas da equação de regressão padronizada constata-se que as influências das variáveis População da Cidade do Recife (D29) e População da Região Nordeste (D27) são preponderantes no modelo de demanda.

PASTOTAL - Passageiro Total

$$\begin{aligned} LXD6 \text{ estim} &= - 19,25087 + 2,068856 \text{ LD22} \\ &\quad + 7,710261 \text{ LXD28} - 1,183160 \text{ LD23} \\ &\quad - 5,244773 \text{ LXD27} + 0,3208947 \text{ LXD26} \\ &\quad - 1,237069 \text{ LD31} + 0,7514303 \text{ LD32} \\ &\quad + 0,5525862 \text{ LD30} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,99660$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_y = & 0,99845 Z_{D22} + 1,63782 Z_{D28} - 0,87234 Z_{D29} \\ & - 1,18707 Z_{D27} + 0,45930 Z_{D24} - 0,94189 Z_{D31} \\ & + 0,61559 Z_{D32} + 0,28076 Z_{D30} \end{aligned}$$

Analisando-se os betas do modelo encontrado observa-se que a variável que mais influencia neste modelo é a População do Estado de Pernambuco (D28) seguida pela Energia Elétrica Residencial do município do Recife (D22).

CARDOREG - Carga Doméstica Regular

$$\begin{aligned} LXD7 \text{ estim} = & 19,69492 - 5,102048 LXD28 \\ & + 4,142111 LXD27 - 1,593752 LD22 \\ & - 3,651093 LXD29 + 3,187332 LD23 \\ & - 1,120827 LXD25 + 1,055075 LD30 \\ & + 0,2973478D-01 LXD26 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,99700$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_y = & - 1,15320 Z_{D28} + 0,99754 Z_{D27} - 0,81842 Z_{D22} \\ & - 0,43719 Z_{D29} + 2,50053 Z_{D23} - 0,75030 Z_{D25} \\ & + 0,57040 Z_{D30} + 0,04529 Z_{D24} \end{aligned}$$

Através dos betas da equação de regressão linear múltipla padronizada, observa-se que a variável Energia Elétrica Comercial (D23) é bastante representativa no modelo de demanda sendo seguida pela variável População da Região Nordeste (D27).

CARTOTAL - Carga Total

$$\begin{aligned} \text{LXD11 estim} &= 13,22333 + 6,097687 \text{ LXD28} \\ &+ 1,132630 \text{ LD23} - 15,52137 \text{ LXD29} \\ &+ 4,018334 \text{ LXD27} - 0,4136034 \text{ LXD25} \\ &+ 0,1433039 \text{ LD22} - 0,1165160 \text{ LXD26} \\ &- 0,2651003 \text{ LD30} \\ R^2 &= 0,99746 \end{aligned}$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_y &= 1,54731 Z_{D28} + 0,99758 Z_{D23} - 2,08657 Z_{D29} \\ &+ 1,08644 Z_{D27} - 0,31084 Z_{D25} + 0,08262 Z_{D22} \\ &- 0,19922 Z_{D26} - 0,16090 Z_{D30} \end{aligned}$$

Verifica-se através da análise dos betas da equação de regressão padronizada que as variáveis População do Estado de Pernambuco (D28) e População da Região Nordeste (D27) são as mais representativas dentro do modelo encontrado.

ANVDOREG - Aeronave Doméstica Regular

$$\begin{aligned} \text{LD16 estim} &= - 6,201937 + 1,396380 \text{ LD30} \\ &+ 17,47138 \text{ LXD29} - 10,62498 \text{ LXD27} \\ &+ 0,2323230 \text{ LXD26} - 0,3425465 \text{ LD22} \\ R^2 &= 0,91514 \end{aligned}$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_y &= 1,49388 Z_{D30} + 4,13994 Z_{D29} - 5,06353 Z_{D27} \\ &+ 0,70017 Z_{D26} - 0,34809 Z_{D22} \end{aligned}$$

A População da Cidade do Recife (D29) e o Índice do Produto Interno Bruto do Estado de Pernambuco (D30) são os fatores mais determinantes do modelo de demanda recomendado de acordo com a análise dos betas da equação de regressão padronizada.

ANVINREG - Aeronave Internacional Regular

$$\begin{aligned}
 LD17 \text{ estim} = & 137,5556 + 26,56445 LXD25 \\
 & - 0,2747726 LXD26 + 64,33254 LXD27 \\
 & - 181,0427 LXD28 - 9,183069 LD24 \\
 & + 7,496320 LD23 + 125,4709 LXD29 \\
 & - 28,13081 LD22 + 18,04873 LD30
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,99940$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned}
 Z_{17} = & 10,96937 Z_{D25} - 0,25814 Z_{D26} + 9,55702 Z_{D27} \\
 & - 25,24190 Z_{D28} - 6,24249 Z_{D24} + 3,62774 Z_{D23} \\
 & + 9,26780 Z_{D29} - 8,91092 Z_{D22} + 6,01899 Z_{D30}
 \end{aligned}$$

A Energia Elétrica Total (D25), sendo um importante indicador de desenvolvimento econômico aliada a População da Região Nordeste (D27) atraída pelas características de categoria internacional do Aeroporto dos Guararapes e ainda a População da Cidade do Recife (D29) que naturalmente determina níveis de demanda neste Aeroporto formam um trio indispensável no modelo de demanda para movimento de aeronaves do tráfego internacional regular como mostra a análise de regressão múltipla padronizada através da análise dos betas.

ANVTOTAL - Aeronave Total

$$\begin{aligned} D21 \text{ estim} &= 41351,70 + 28,87424 \text{ XD26} \\ &- 0,2131950 \times 10^{-01} D24 - 12,87243 D30 \\ &- 7,456191 \text{ XD27} + 37,95042 \text{ XD28} \\ &+ 25,73324 \text{ XD25} - 0,6315119 \times 10^{-01} D23 \\ &- 0,1380066 \times 10^{-01} D22 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,99630$$

Modelo de Regressão Padronizado:

$$\begin{aligned} Z_{21} &= 1,95599 Z_{D26} - 0,64294 Z_{D24} - 0,04475 Z_{D30} \\ &- 3,97258 Z_{XD27} + 3,28382 Z_{XD28} + 1,35830 Z_{XD25} \\ &- 0,95612 Z_{D23} - 0,15602 Z_{D22} \end{aligned}$$

Através de resultados apresentados anteriormente neste trabalho, vê-se que o tráfego doméstico regular tem participação determinante no tráfego total, seja de passageiros, carga ou movimento de aeronaves, estando o tráfego internacional regular com uma presença percentual muito pequena dentro do tráfego total.

No movimento de aeronaves do tráfego total, de acordo com a equação de regressão linear múltipla padronizada, analisando-se os betas, verifica-se que os fatores mais determinantes são a População do Estado de Pernambuco (D28) e a População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos (D26), resultado, este, coerente com a grande parcela de contribuição do tráfego doméstico regular no tráfego total.

Quadro Representativo da Identificação do Relacionamento entre as Variáveis Características da Demanda do Sistema.

FATORES CARACTERÍSTICOS DA DEMANDA									
F A T O R E S	Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes							
		P A S S O R E G	P A S S O R E G	P A S S O R E G	C A R R E G	C A R R E G	A N V O R E G	A N V O R E G	A N V O R E G
ENERES	X			X	X	X	X	X	X
ENECOM	X	X	X	X	X	X		X	X
ENETND								X	X
ENETOT		X			X	X		X	X
POPRENDA	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POPNE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
POPPE		X	X	X	X			X	X
POPREC	X	X			X	X	X	X	
PIBINDCE	X	X	X	X	X	X	X	X	X
HOTELPE	X	X	X						
HOTRECOL	X		X						

4.3 - Análise Crítica do Modelo pelos Diagramas de Trajetória

A seguir faz-se a análise de trajetória do modelo encontrado. Para este fim apresenta-se a equação de regressão linear múltipla padronizada e o quadro em separado da correlação entre as variáveis do modelo. Assim, pode-se estabelecer o diagrama da análise de trajetória do modelo [2].

PASDOREG - Passageiro Doméstico Regular

Modelo de Regressão Padronizado:

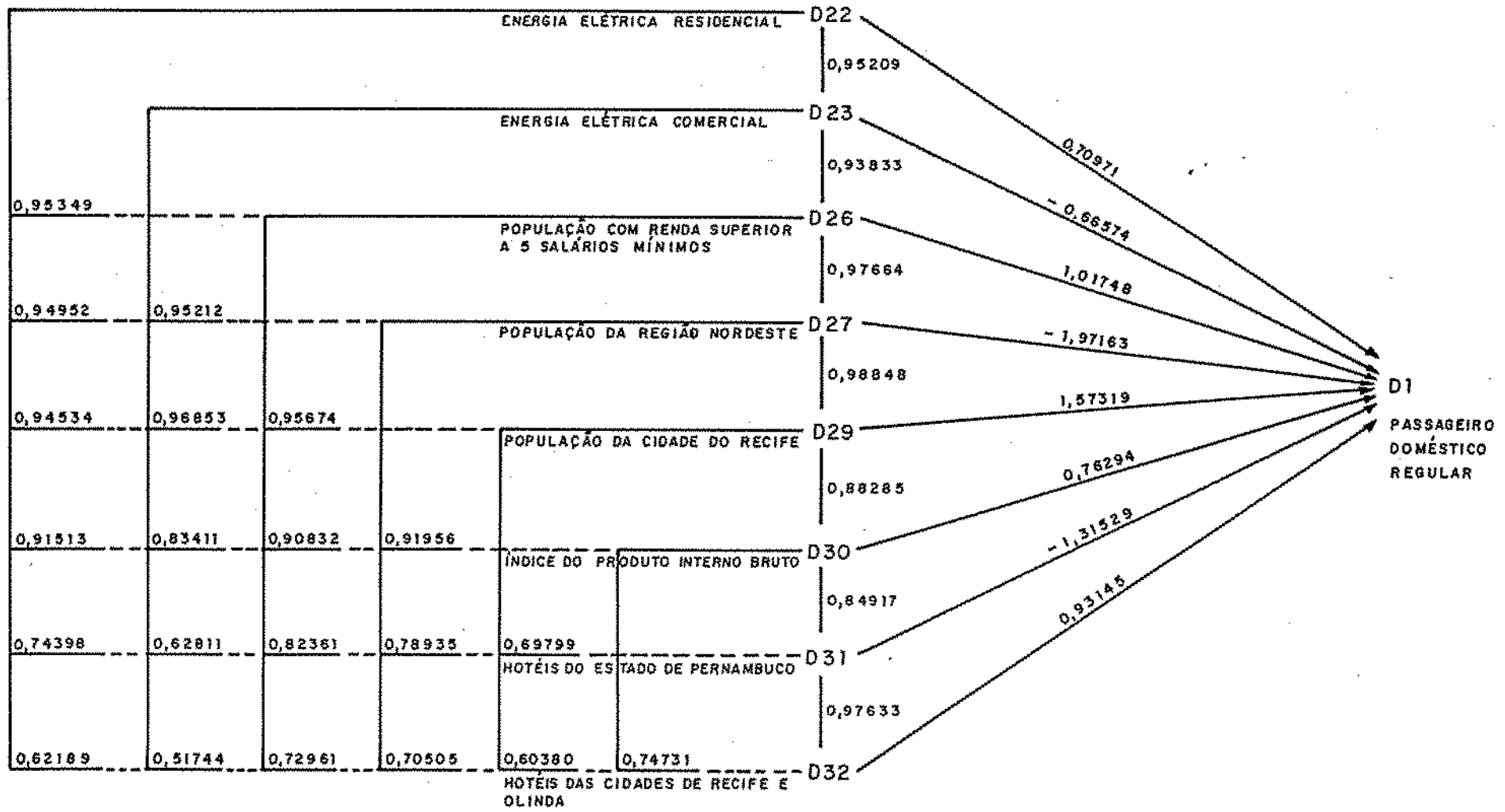
$$Z_y = 0,70971 Z_{D22} + 0,76294 Z_{D30} + 1,57319 Z_{D29} \\ - 1,97163 Z_{D27} + 1,01748 Z_{D26} - 0,66574 Z_{D31} \\ + 0,93145 Z_{D32} - 1,31529 Z_{D31}$$

Q U A D R O 1 (P A S D O R E G)

	LX01	LD22	LD23	LX026	LX027	LX028	LX029	LD30	LD31	LD32
LX01	1.00000	0.96001	0.90335	0.93836	0.93723	0.94689	0.94176	0.93633	0.73160	0.61649
LD22	0.96001	1.00000	0.95209	0.95349	0.94952	0.94644	0.94534	0.91513	0.74398	0.62189
LD23	0.90335	0.95209	1.00000	0.93833	0.95212	0.96446	0.96853	0.83411	0.62811	0.51744
LX026	0.93836	0.95349	0.93833	1.00000	0.97664	0.96753	0.95674	0.90832	0.82361	0.72961
LX027	0.93723	0.94952	0.95212	0.97664	1.00000	0.99429	0.98848	0.91956	0.78935	0.70505
LX028	0.94689	0.94644	0.96446	0.96753	0.99429	1.00000	0.99698	0.90841	0.73511	0.64255
LX029	0.94176	0.94534	0.96853	0.95674	0.98848	0.99698	1.00000	0.88285	0.69799	0.60380
LD30	0.93633	0.91513	0.83411	0.90832	0.91956	0.90841	0.88285	1.00000	0.84917	0.74731
LD31	0.73160	0.74398	0.62811	0.82361	0.78935	0.73511	0.69799	0.84917	1.00000	0.97633
LD32	0.61649	0.62189	0.51744	0.72961	0.70505	0.64255	0.60380	0.74731	0.97633	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - PASDOREG

08



Pelos betas do diagrama de trajetória, verifica-se que a População da Cidade do Recife (1,57319) exerce mais influência no tráfego doméstico regular de passageiros do que a População da Região Nordeste (-1,97163), resultado consistente com o fato de que o Aeroporto dos Guararapes fica situado em Recife, o que facilita a acessibilidade da população de regiões próximas ao mesmo, e de que os Estados vizinhos dispõem de aeroportos que atendem seu tráfego doméstico de passageiros.

Vê-se, também, que a Energia Elétrica Residencial influencia positivamente neste modelo (0,70971) em contrapartida com a Energia Comercial (-0,66574), o que é explicado pelo fato da Energia Residencial ser relacionada com a População da Cidade do Recife que por sua vez, como se verificou anteriormente, é fator de importância (1,57319) na demanda do tráfego doméstico regular de passageiros.

Verifica-se, ainda, que a variável Hotéis das Cidades do Recife e Olinda (0,93145) é mais influente do que a variável Hotéis do Estado de Pernambuco (-1,31529). Isto provavelmente se deve ao relacionamento da expansão hoteleira daquelas duas Cidades com a demanda turística incentivada pelo Governo do Estado de Pernambuco, entretanto a demanda de hotéis do restante do Estado não se faz de forma tão acentuada quanto a demanda dos hotéis do Recife e Olinda, o que faz provavelmente aparecer o coeficiente negativo na variável

Hotéis do Estado de Pernambuco.

Tendo em vista a natureza do tráfego aéreo que é altamente seletivo em termos de renda, é fácil de entender o motivo pelo qual a variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos apresentou uma influência tão acentuada (1,01748).

PASINREG - Passageiro Internacional Regular

Modelo de Regressão Padronizado:

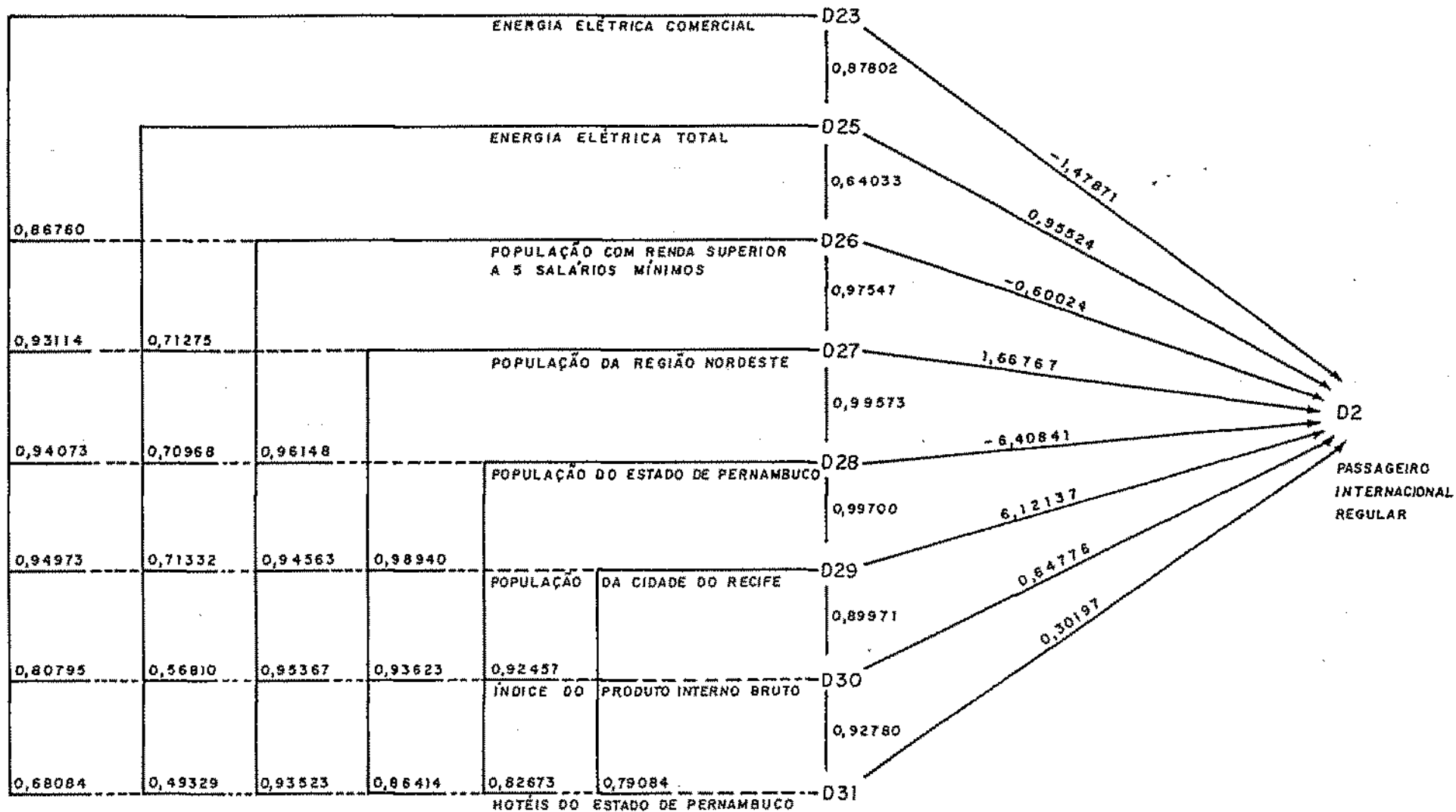
$$Z_{ij} = 1,66767 Z_{D27} + 0,95524 Z_{D25} - 6,40841 Z_{D28} - 0,60024 Z_{D26} + 6,12137 Z_{D29} + 0,30197 Z_{D31} - 1,47871 Z_{D22} + 0,64776 Z_{D30}$$

QUADRO 2 (PASINREG)

	D2	D22	D23	XD25	XD26	XD27	XD28	XD29	D30	D31
D2	1,00000	0,89637	0,90605	0,79664	0,88238	0,92892	0,91337	0,91321	0,84725	0,79014
D22	0,89637	1,00000	0,94767	0,75504	0,92987	0,94534	0,94230	0,94195	0,91165	0,80631
D23	0,90605	0,94767	1,00000	0,87302	0,86760	0,93114	0,94073	0,94973	0,80795	0,68084
XD25	0,79664	0,75504	0,87302	1,00000	0,64033	0,71275	0,70968	0,71332	0,56810	0,49329
XD26	0,88238	0,92987	0,86760	0,64033	1,00000	0,97547	0,96148	0,94563	0,95367	0,93523
XD27	0,92892	0,94534	0,93114	0,71275	0,97547	1,00000	0,99573	0,98940	0,93623	0,86414
XD28	0,91337	0,94230	0,94073	0,70968	0,96148	0,99573	1,00000	0,99700	0,92457	0,82673
XD29	0,91321	0,94195	0,94973	0,71332	0,94563	0,98940	0,99700	1,00000	0,89971	0,79084
D30	0,84725	0,91165	0,80795	0,56810	0,95367	0,93623	0,92457	0,89971	1,00000	0,92780
D31	0,79014	0,80631	0,68084	0,49329	0,93523	0,86414	0,82673	0,79084	0,92780	1,00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - PASINREG

83



Observa-se pelos betas do diagrama de trajetória que a População da Cidade do Recife (6,12137) é a variável que mais influencia no modelo de demanda para o tráfego internacional regular de passageiros, seguida da variável População da Região Nordeste (1,66767). Isto se deve ao fato de que grande parte dos passageiros do tráfego internacional regular do Aeroporto dos Guararapes provém da Cidade do Recife e o total restante, em sua maioria, são passageiros vindos das localidades e Estados mais próximos, em virtude da falta de aeroportos de categoria internacional nesses lugares.

A Energia Elétrica Total (0,95524) reflete o grande desenvolvimento da área metropolitana do Recife, daí resultando sua influência no tráfego internacional regular de passageiros.

Em termos internacionais a baixa influência da variável Hotéis do Estado de Pernambuco (0,30197) reflete a falta de divulgação de oportunidades turísticas da região (como as praias de Pernambuco), o que parece estar mudando recentemente com o afluxo de turistas argentinos, alemães, etc.

O beta referente à variável relativa ao Índice do Produto Interno Bruto (0,64776) reflete o baixo grau de desenvolvimento econômico de Pernambuco, o que não contribui de forma acentuada para o fluxo de passageiros do tráfego internacional regular.

A influência negativa da variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos (-0,60024) parece indicar que o fluxo de passageiros entrantes é superior ao fluxo de saída de passageiros, pois, assim sendo, a variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos é irrelevante neste contexto.

PASTOTAL - Passageiro Total

Modelo de Regressão Padronizado:

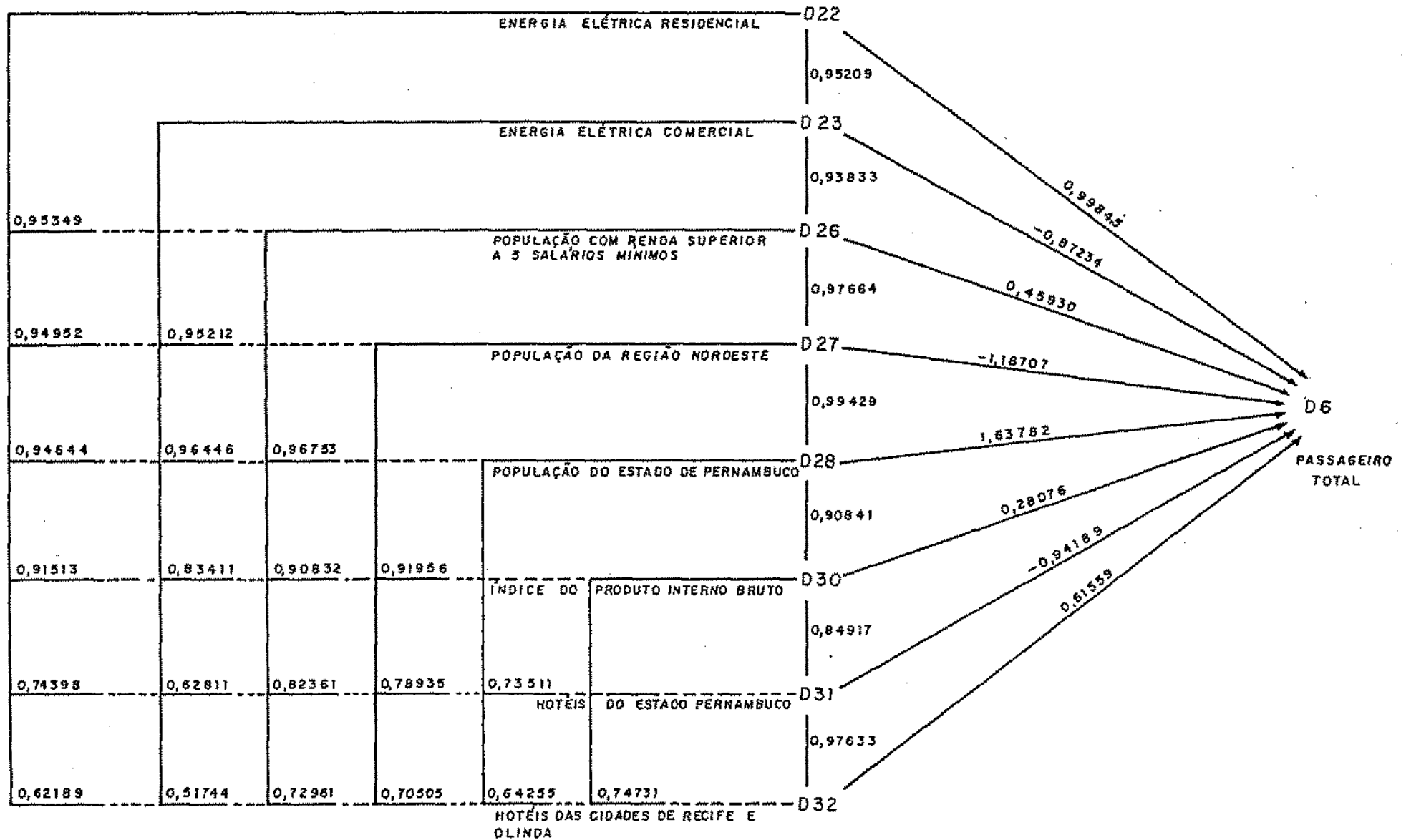
$$Z_y = 0,99845 Z_{D22} + 1,63782 Z_{D20} - 0,87234 Z_{D23} - 1,18707 Z_{D27} + 0,45930 Z_{D24} - 0,94189 Z_{D31} + 0,61559 Z_{D22} + 0,28076 Z_{D20}$$

Q U A D R O 3 (P A S T O T A L)

	LX06	LD22	LD23	LX026	LX027	LX028	LX029	LD30	LD31	LD32
LX06	1.00000	0.96781	0.91974	0.94649	0.95617	0.96374	0.96051	0.94047	0.73770	0.62590
LD22	0.96781	1.00000	0.95209	0.95349	0.94952	0.94644	0.94534	0.91513	0.74398	0.62189
LD23	0.91974	0.95209	1.00000	0.93833	0.95212	0.96446	0.96853	0.83411	0.62811	0.51744
LX026	0.94649	0.95349	0.93833	1.00000	0.97664	0.96753	0.95674	0.90832	0.82361	0.72961
LX027	0.95617	0.94952	0.95212	0.97664	1.00000	0.99429	0.98848	0.91956	0.78935	0.70505
LX028	0.96374	0.94644	0.96446	0.96753	0.99429	1.00000	0.99698	0.90841	0.73511	0.64255
LX029	0.96051	0.94534	0.96853	0.95674	0.98848	0.99698	1.00000	0.88285	0.69799	0.60380
LD30	0.94047	0.91513	0.83411	0.90832	0.91956	0.90841	0.88285	1.00000	0.84917	0.74731
LD31	0.73770	0.74398	0.62811	0.82361	0.78935	0.73511	0.69799	0.84917	1.00000	0.97633
LD32	0.62590	0.62189	0.51744	0.72961	0.70505	0.64255	0.60380	0.74731	0.97633	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - PASTOTAL

98



No diagrama de trajetória, verifica-se que o beta referente a População do Estado de Pernambuco (1,63782) é mais influente no tráfego total de passageiros do que aquele relativo a População da Região Nordeste (-1,18707). Isto se justifica porque a incidência de passageiros do tráfego doméstico sobre o tráfego total é bem maior do que a do tráfego internacional, conforme foi colocado anteriormente.

Pelo alto valor do beta (0,99845), verifica-se que a Energia Elétrica Residencial, é também fator preponderante no modelo de demanda para o tráfego total de passageiros, e sendo um indicador de desenvolvimento econômico, além de estar relacionada com a População da Cidade do Recife, confirma o fato de que o tráfego doméstico contribui com um percentual bastante considerável sobre o tráfego total.

Como o tráfego doméstico é mais relevante no tráfego total de passageiros, verifica-se, no que diz respeito a hotéis que a influência do sistema hoteleiro é análoga à daquele tráfego.

CARDOREG - Carga Doméstica Regular

Modelo de Regressão Padronizado:

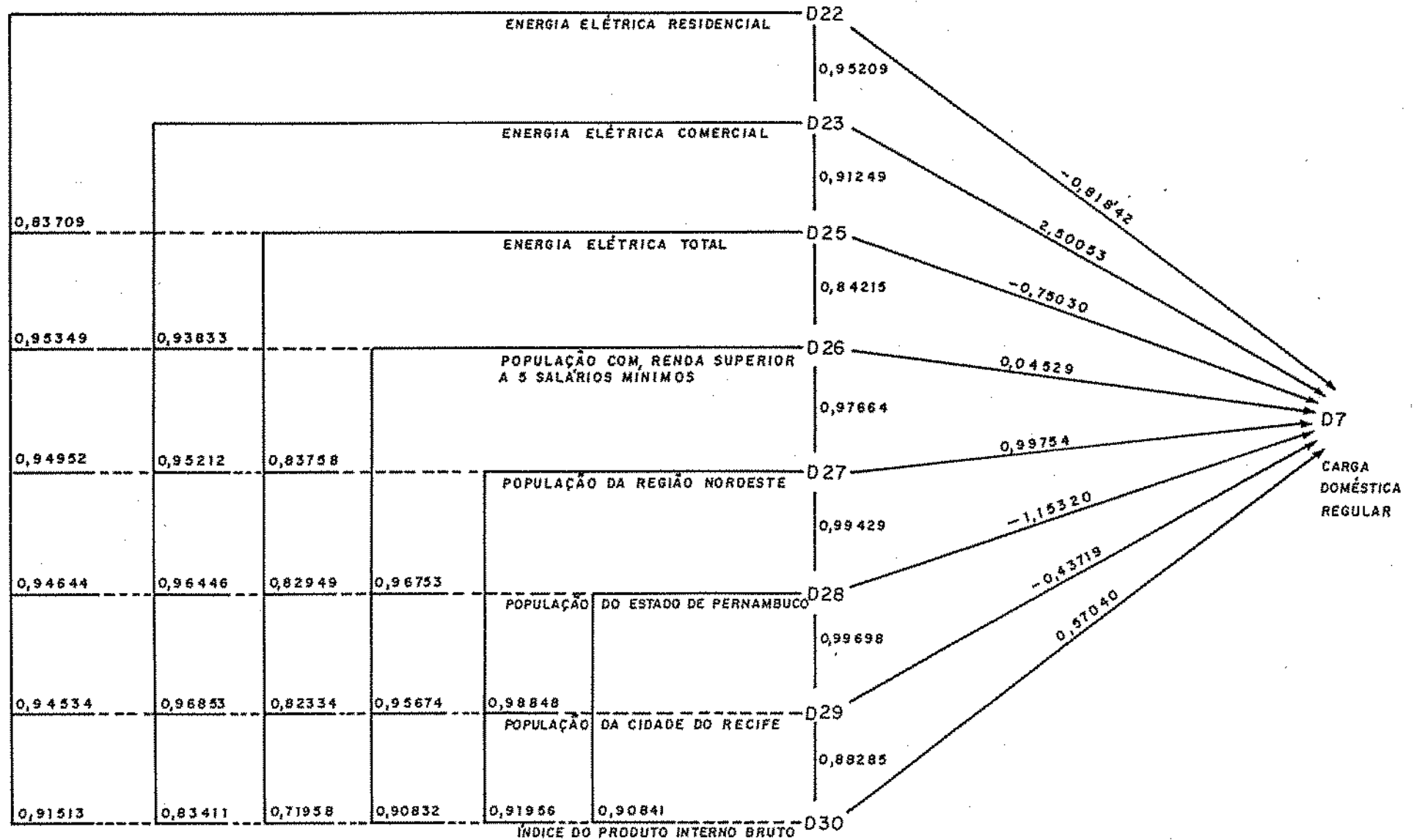
$$Z_{ij} = - 1,15320 Z_{D28} + 0,99754 Z_{D27} - 0,81842 Z_{D22} \\ - 0,43719 Z_{D29} + 2,50053 Z_{D23} - 0,75030 Z_{D25} \\ + 0,57040 Z_{D26} + 0,04529 Z_{D24}$$

Q U A D R O 4 (C A R D O R E G)

	LX07	L022	L023	LX025	LX026	LX027	LX028	LX029	L030
LX07	1.00000	0.94186	0.96907	0.81390	0.93769	0.96276	0.97946	0.97643	0.89213
L022	0.94186	1.00000	0.95209	0.83709	0.95349	0.94952	0.94644	0.94534	0.91513
L023	0.96907	0.95209	1.00000	0.91249	0.93833	0.95212	0.96446	0.96853	0.83411
LX025	0.81390	0.83709	0.91249	1.00000	0.84215	0.83758	0.82949	0.82334	0.71958
LX026	0.93769	0.95349	0.93833	0.84215	1.00000	0.97664	0.96753	0.95674	0.90832
LX027	0.96276	0.94952	0.95212	0.83758	0.97664	1.00000	0.99429	0.98848	0.91956
LX028	0.97946	0.94644	0.96446	0.82949	0.96753	0.99429	1.00000	0.99698	0.90841
LX029	0.97643	0.94534	0.96853	0.82334	0.95674	0.98848	0.99698	1.00000	0.88285
L030	0.89213	0.91513	0.83411	0.71958	0.90832	0.91956	0.90841	0.88285	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - CARDOREG

68



No tráfego doméstico regular de carga, como se vê pelos betas do diagrama de trajetória, é a Energia Elétrica Comercial quem aparece como fator preponderante (2,50053), enquanto que a Energia Elétrica Residencial e Energia Elétrica Total apresentam influências negativas, -0,81842 e -0,75030, respectivamente. O que dá a entender que sendo Energia Elétrica um forte indicador de desenvolvimento, são as atividades de natureza comercial que mais demandam o tráfego doméstico regular de carga, pois a Cidade do Recife se comporta como um empório comercial para todo o Nordeste como se pode verificar pela influência da variável População da Região Nordeste (0,99754).

O baixo valor do beta da variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos (0,04529), vem confirmar que as atividades do tráfego doméstico regular de carga estão inseridas principalmente na área do comércio.

CARTOTAL - Carga Total

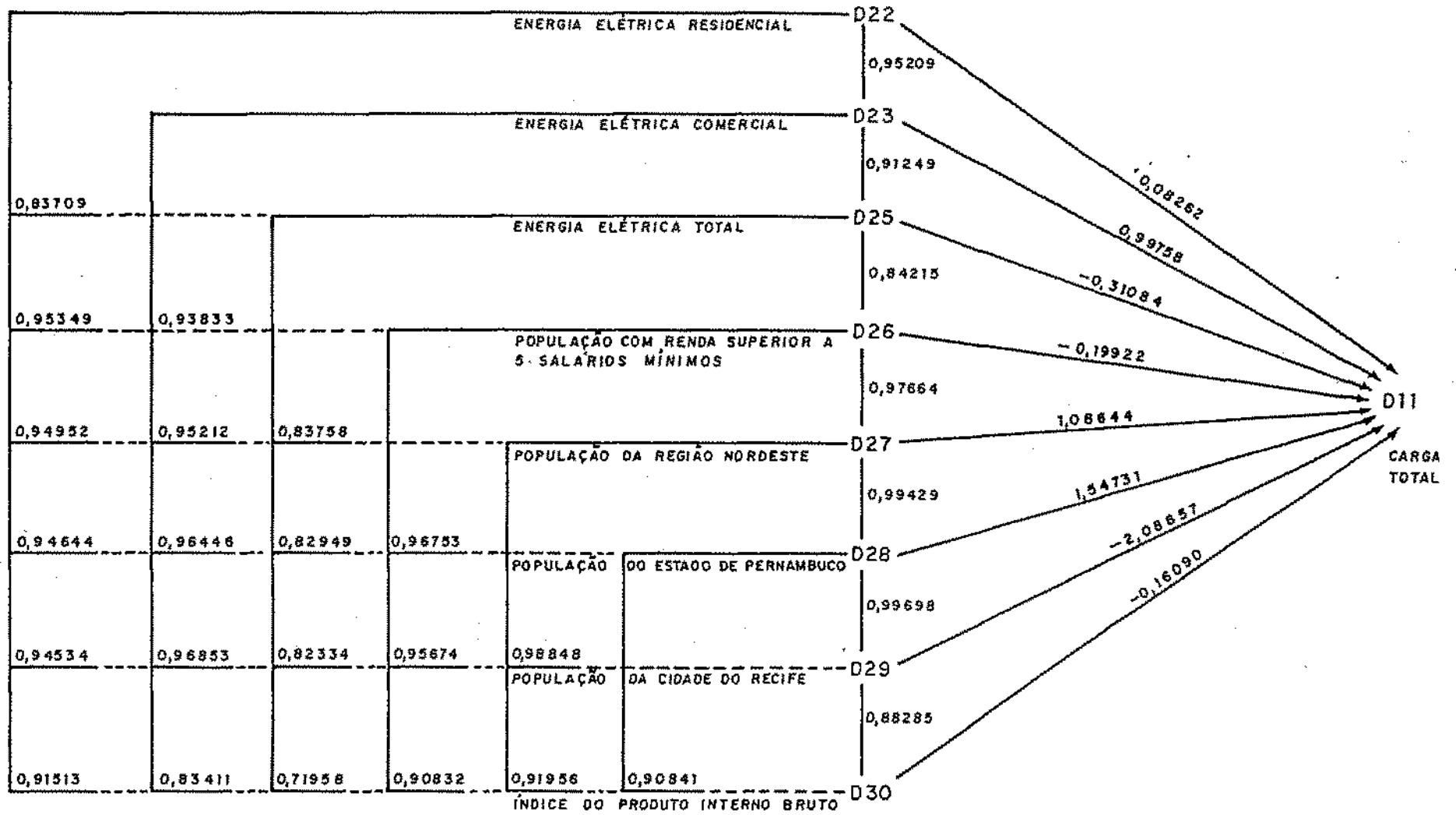
Modelo de Regressão Padronizado:

$$Z_y = 1,54731 Z_{D20} + 0,99758 Z_{D22} - 2,00657 Z_{D27} \\ + 1,08644 Z_{D27} - 0,31084 Z_{D25} + 0,08262 Z_{D22} \\ - 0,19922 Z_{D24} - 0,16090 Z_{D26}$$

QUADRO 5 (CARTOTAL)

	LXD11	LD22	LD23	LXD25	LXD26	LXD27	LXD28	LXD29	LD30
LXD11	1.00000	0.95851	0.97729	0.86053	0.96951	0.98776	0.99004	0.98570	0.90468
LD22	0.95851	1.00000	0.95209	0.83709	0.95349	0.94952	0.94644	0.94534	0.91513
LD23	0.97729	0.95209	1.00000	0.91249	0.93833	0.95212	0.96446	0.96853	0.83411
LXD25	0.86053	0.83709	0.91249	1.00000	0.84215	0.83758	0.82949	0.82334	0.71958
LXD26	0.96951	0.95349	0.93833	0.84215	1.00000	0.97664	0.96753	0.95674	0.90832
LXD27	0.98776	0.94952	0.95212	0.83758	0.97664	1.00000	0.99429	0.98848	0.91956
LXD28	0.99004	0.94644	0.96446	0.82949	0.96753	0.99429	1.00000	0.99698	0.90841
LXD29	0.98570	0.94534	0.96853	0.82334	0.95674	0.98848	0.99698	1.00000	0.88285
LD30	0.90468	0.91513	0.83411	0.71958	0.90832	0.91956	0.90841	0.88285	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - CARTOTAL



Verifica-se, através dos betas do diagrama de trajetória que a População do Estado de Pernambuco é a variável que mais influi no tráfego total de carga (1,54731), seguida da variável População da Região Nordeste (1,08644).

Com relação a População da Região Nordeste era de se esperar este resultado, devido a seu estreito relacionamento com o tráfego doméstico regular de carga, o qual contribui notadamente sobre o tráfego total de carga.

Tendo em vista a influência, embora diminuta, das cargas internacionais na carga total, é evidente que a variável População do Estado de Pernambuco ao influir marcadamente no tráfego total de carga é indicativo de que a carga internacional através do aeroporto é preponderantemente voltada para o próprio Estado de Pernambuco.

Devido a grande participação do tráfego doméstico regular no tráfego total de carga, o que já foi mencionado anteriormente, a variável Energia Elétrica Comercial exerce mais influência (0,99758) sobre este tráfego do que as variáveis Energia Elétrica Residencial (0,08262) e Energia Elétrica Total (-0,31084).

O baixo valor do beta da variável relativa ao Índice do Produto Interno Bruto (-0,16090) é indicativo de insuficiente desenvolvimento industrial do Estado relacionado com o transporte aéreo, tendo em vista que a maior produção do

Estado é da indústria açucareira e que demanda por sua própria natureza, o Porto do Recife.

ANVDOREG - Aeronave Doméstica Regular

Modelo de Regressão Padronizado:

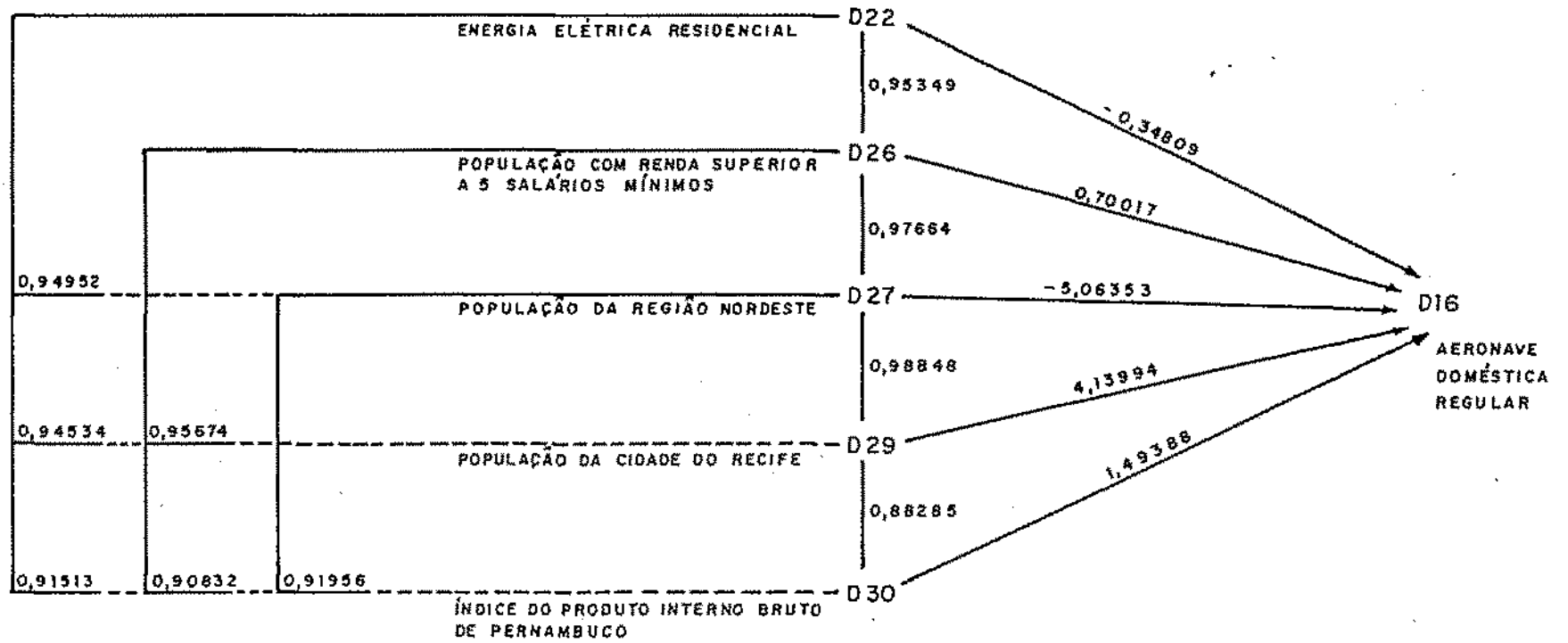
$$Z_u = 1,49388 Z_{D20} + 4,13994 Z_{D27} - 5,06353 Z_{D27} + 0,70017 Z_{D26} - 0,34809 Z_{D22}$$

QUADRO 6 (ANVDOREG)

	LD16	LD22	LXD26	LXD27	LXD28	LXD29	LD30
LD16	1.00000	0.79233	0.74081	0.75573	0.79238	0.79442	0.81001
LD22	0.79233	1.00000	0.95349	0.94952	0.94644	0.94534	0.91513
LXD26	0.74081	0.95349	1.00000	0.97664	0.96753	0.95674	0.90832
LXD27	0.75573	0.94952	0.97664	1.00000	0.99429	0.98848	0.91956
LXD28	0.79238	0.94644	0.96753	0.99429	1.00000	0.99698	0.90841
LXD29	0.79442	0.94534	0.95674	0.98848	0.99698	1.00000	0.88285
LD30	0.81001	0.91513	0.90832	0.91956	0.90841	0.88285	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - ANVDOREG

6



O movimento de aeronaves do tráfego doméstico regular, apresenta, como se vê pelos betas do diagrama de trajetória, a variável População da Cidade do Recife, como a que mais influencia sobre o mesmo (4,13994), ao contrário da variável População da Região Nordeste que exerce influência negativa (-5,06353). Isto se deve provavelmente ao fato de que o Aeroporto presta maiores serviços a Região Metropolitana da Cidade do Recife e o fator negativo da População da Região Nordeste se deve provavelmente ao fato de que várias cidades próximas a Cidade do Recife são também servidas de aeroportos que operam o tráfego doméstico.

O alto valor do beta referente à variável relativa ao Produto Interno Bruto (1,49388) é indicativo de que o maior desenvolvimento econômico do Estado de Pernambuco e, especialmente do Recife contribuirá de forma acentuada para uma maior demanda de movimento de aeronaves no Aeroporto dos Guararapes.

O beta relativo à variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos (0,70017) mostra que são, justamente, as pessoas de maiores rendas que serão os prováveis usuários do Aeroporto demandando maior número de aeronaves do tráfego doméstico regular.

ANVINKEG - Aeronave Internacional Regular

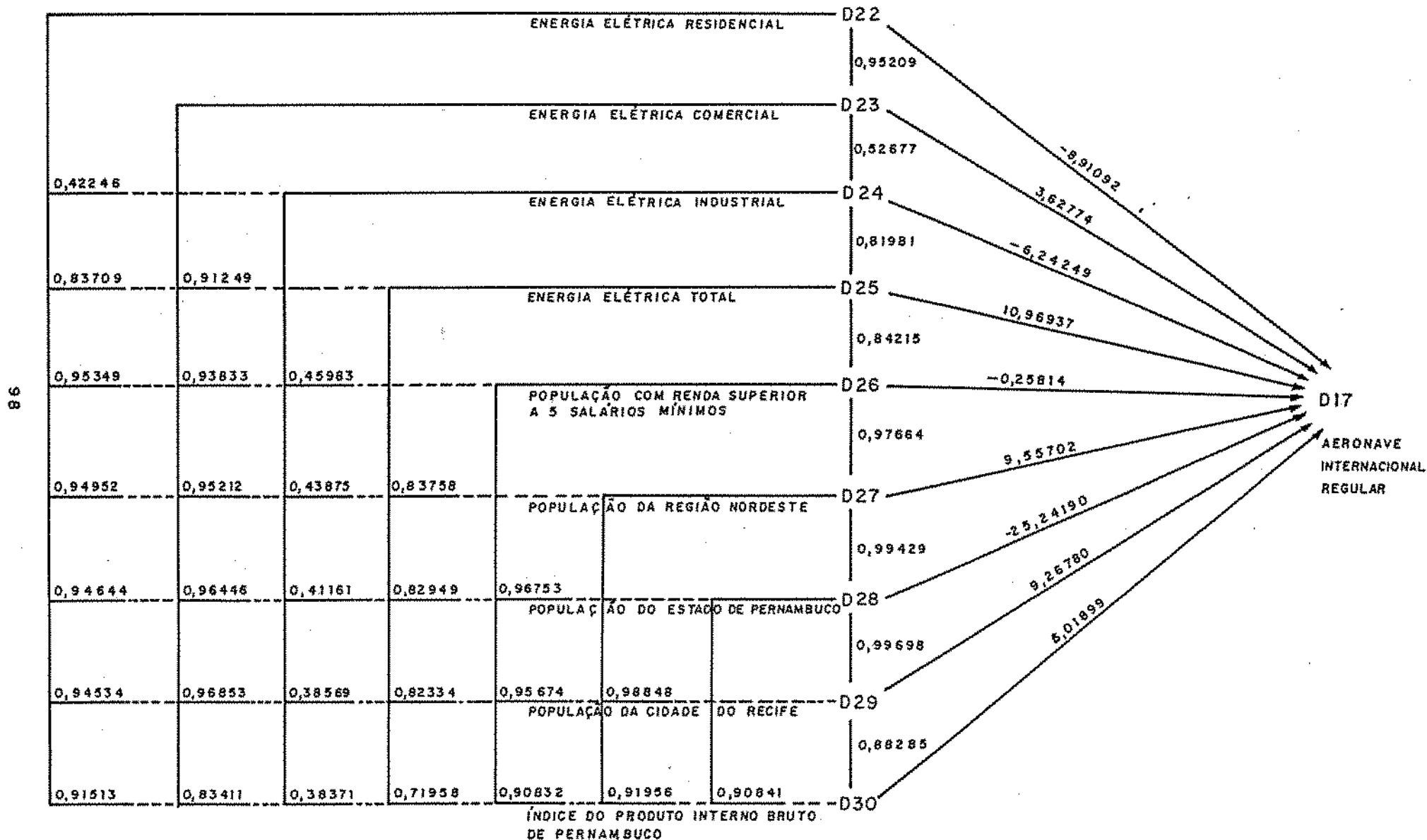
Modelo de Regressão Padronizado:

$$Z_p = 10,96937 Z_{oas} - 0,25814 Z_{oa} + 9,55702 Z_{oap} \\ - 25,24190 Z_{oaa} - 6,24249 Z_{oa4} + 3,62774 Z_{oaa} \\ + 9,26780 Z_{oap} - 0,91092 Z_{oaa} + 6,01899 Z_{oaa}$$

Q U A D R O 7 (A N U I N R E G)

	LD17	LD22	LD23	LD24	LX025	LX026	LX027	LX028	LX029	LD38
LD17	1.00000	0.29609	0.37387	0.46535	0.54410	0.26225	0.34465	0.31303	0.32948	0.19419
LD22	0.29609	1.00000	0.95209	0.42246	0.83709	0.95349	0.94952	0.94534	0.19419	0.91513
LD23	0.37387	0.95209	1.00000	0.52677	0.91249	0.93833	0.95212	0.94444	0.91513	0.89411
LD24	0.46535	0.42246	0.52677	1.00000	0.81981	0.45983	0.43875	0.94444	0.91513	0.89411
LX025	0.54410	0.83709	0.91249	0.81981	1.00000	0.84215	0.83758	0.94444	0.91513	0.89411
LX026	0.26225	0.95349	0.93833	0.45983	0.84215	1.00000	0.97664	0.94952	0.94534	0.91513
LX027	0.34465	0.94952	0.95212	0.43875	0.83758	0.97664	1.00000	0.94952	0.94534	0.91513
LX028	0.31303	0.94534	0.94444	0.41161	0.82949	0.94952	0.94952	1.00000	0.94534	0.91513
LX029	0.32948	0.94534	0.94534	0.38569	0.82334	0.95674	0.98848	0.99598	1.00000	0.88285
LD38	0.19419	0.91513	0.89411	0.38871	0.71958	0.90832	0.91956	0.90841	0.88285	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA-ANVINREG



Pelo beta do diagrama de trajetória, pode-se verificar que a variável Energia Elétrica Total (10,96937) é o fator mais relevante no modelo de demanda do movimento de aeronaves do tráfego internacional regular, o que indica o desenvolvimento da Cidade do Recife induzindo o crescimento do tráfego internacional no Aeroporto dos Guararapes.

Os betas mostram que a Energia Elétrica Industrial é um fator de influência negativa (-6,24249) em contrapartida com a Energia Elétrica Comercial (3,62774) que exerce uma influência positiva no movimento de aeronaves do tráfego internacional regular, o que parece indicar que a Cidade do Recife não é um centro industrial, porém um empório comercial.

Os betas referentes à variável População da Região Nordeste, seguida da variável População da Cidade do Recife, indicam também grande influência, como se vê no diagrama de trajetória, com os valores iguais a 9,55702 e 9,26780, respectivamente, o que não acontece com a variável População do Estado de Pernambuco que exerce uma influência negativa no modelo de demanda (-25,24190). Isto se justifica como fator corretivo pois a População do Estado de Pernambuco tem incluída em si a População da Cidade do Recife, como também, a População do Estado de Pernambuco está incluída na População da Região Nordeste.

No que diz respeito a Energia Elétrica Residencial, é provável que sua influência negativa (-8,91092) se deve ao

fato de que o crescimento demográfico, que contribui para o consumo residencial, ser mais acentuado do que o crescimento econômico. O que certamente não contribui para aumentar a demanda do movimento de aeronaves do tráfego internacional tendo em vista que esse crescimento residencial se dá de maneira mais intensa nas camadas de mais baixa renda.

A variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos apresenta um beta negativo ($-0,25614$) provavelmente devido ao fato de que o movimento de aeronaves internacionais de entrada é maior do que o de saída, o que implica que a maior movimentação de aeronaves internacionais não é determinada pela maior procura de passageiros locais que seriam os de maiores rendas.

A influência positiva indicada pelo alto valor do beta da variável relativa ao Produto Interno Bruto ($6,01899$) mostra que o crescimento do movimento de aeronaves do tráfego internacional vai depender do crescimento econômico do Estado.

ANVTOTAL - Aeronave Total

Modelo de Regressão Padronizado:

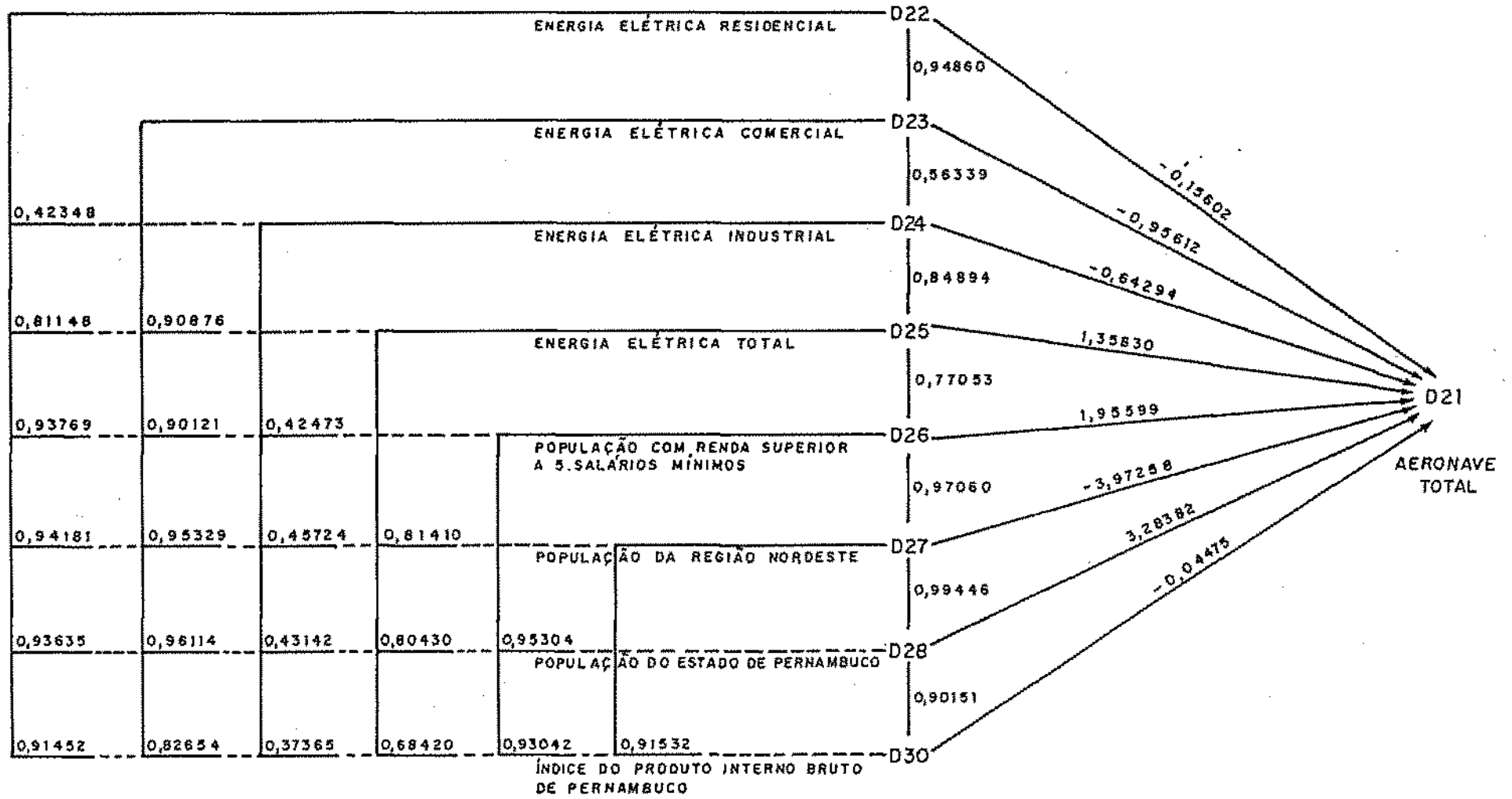
$$Z_9 = 1,95599 Z_{024} - 0,64294 Z_{026} - 0,04475 Z_{029} \\ - 3,97258 Z_{027} + 3,28382 Z_{028} + 1,35830 Z_{025} \\ - 0,95612 Z_{023} - 0,15602 Z_{022}$$

Q U A D R O B (A N V T O T A L)

	D21	D22	D23	D24	X025	X026	X027	X028	X029	R00
D21	1.00000	0.89358	0.86299	0.31978	0.70060	0.95375	0.90397	0.90708	0.89526	0.85551
D22	0.89358	1.00000	0.94860	0.42348	0.81148	0.93769	0.94181	0.93635	0.93377	0.91452
D23	0.86299	0.94860	1.00000	0.56339	0.90876	0.90121	0.95329	0.86621	0.96621	0.82654
D24	0.31978	0.42348	0.56339	1.00000	0.84894	0.42473	0.45724	0.43142	0.49632	0.37365
X025	0.70060	0.81148	0.90876	0.84894	1.00000	0.77053	0.81410	0.80430	0.79858	0.68420
X026	0.95375	0.93769	0.90121	0.42473	0.77053	1.00000	0.97060	0.95304	0.93530	0.83042
X027	0.90397	0.94181	0.95329	0.45724	0.81410	0.97060	1.00000	0.99446	0.98702	0.91532
X028	0.90708	0.93635	0.86621	0.43142	0.80430	0.95304	0.99446	1.00000	0.99645	0.90151
X029	0.89526	0.93377	0.96621	0.49632	0.79858	0.93530	0.98702	0.99645	1.00000	0.87200
R00	0.85551	0.91452	0.82654	0.37365	0.68420	0.83042	0.91532	0.90151	0.87200	1.00000

DIAGRAMA DE TRAJETÓRIA - ANVTOTAL

102



Pelos betas do diagrama de trajetória, verifica-se que a variável População do Estado de Pernambuco é a que mais influi no movimento de aeronaves do tráfego total (3,28382), o que não acontece com a População da Região Nordeste, que apresenta influência negativa (-3,97258) para este tipo de tráfego, o que é explicado pelo alto grau de correlação entre estas duas variáveis, como também pelo fato de que a Região Nordeste sendo servida por aeroportos que operam o tráfego doméstico regular não demanda o Aeroporto dos Guararapes neste tipo de tráfego, o que não acontece com a Cidade do Recife e certas localidades que devido a proximidade e as facilidades oferecidas por este Aeroporto causam demanda mais acentuada no tráfego doméstico. E tendo em vista a representatividade deste tráfego sobre o tráfego total, explica-se, assim, a consistência deste resultado.

A variável População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos é preponderante neste modelo econométrico como mostra o beta (1,95599) devido ao fato de que a demanda de aeronaves deste tipo de tráfego é feita pela População de maior poder aquisitivo.

O beta da variável Energia Elétrica Total, mostra uma influência positiva (1,35830) enquanto as variáveis Energia Elétrica Residencial, Energia Elétrica Comercial e Energia Elétrica Industrial, aparecem com betas indicativos de influência negativa: - 0,15602, -0,95612 e -0,64294,

respectivamente, o que se deve ao estreito grau de correlação que há entre estas variáveis e a Energia Elétrica Total.

O fato de que o beta relacionado com a variável do Índice do Produto Interno Bruto de Pernambuco se apresenta bastante baixo e negativamente ($-0,04475$) parece estar relacionado com a dependência marcante do tráfego de aeronaves total em relação ao crescimento da Cidade do Recife e não ao crescimento econômico do Estado de Pernambuco.

4.4 - Projeções da Demanda

A partir da escolha do modelo econométrico correspondente a cada variável representativa da demanda do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes, foi executado o procedimento relativo às projeções destas variáveis nos horizontes definidos.

Em vez de se fazer projeções para cada variável independente de cada equação nos anos horizontes, usou-se, por conveniência de cálculo, o pacote computacional denominado SAS - Statistical Analysis System [3].

O SAS é um software que dentro da análise estatística fornece uma ampla variedade de sentenças que produzem desde simples estatística descritiva até técnicas complexas de análise multivariada.

No uso do modelo econométrico, no que diz respeito às projeções, utilizou-se a Análise de Regressão Simples indicada no SAS, onde cada modelo funcionou como uma variável dependente em relação a variável independente $N = \text{ano}$. Desta forma, pôde-se fazer para cada uma dessas novas equações, as projeções para os anos de 1994 e 2004.

As equações de projeção de cada aspecto da demanda estão a seguir:

PASDREG - Passageiro Doméstico Regular

$$LXD1 \text{ est}N = 6,390663 + 0,070161 N$$

$$\text{onde: } LXD1 \text{ est}N = \ln (XD1 \text{ est}N) = \ln (D1 \text{ est}N/1000)$$

A partir desta equação de projeção, tem-se os valores encontrados para os anos horizontes já definidos.

Para 1994 ($N = 18$) o valor estimado de PASDREG é de 2.108.139 passageiros e para o ano 2004 ($N = 28$) o valor encontrado foi de 4.252.111 passageiros.

PASINREG - Passageiro Internacional Regular

$$D2 \text{ est}N = 6907,245319 + 4814,929324 N$$

Para a variável PASINREG, foram obtidos os resultados seguintes da equação de projeção:

Em 1994 (N = 18), D2 estN = 93.475 passageiros e no ano 2004 (N = 28), D2 estN = 141.625 passageiros.

PASTOTAL - Passageiro Total

$$\text{LXD6 estN} = 6,417696 + 0,076367 N$$

Para a variável PASTOTAL obteve-se através da equação de projeção o valor de 2.421.886 passageiros para o ano 1994 (N = 18) e de 5.197.702 passageiros para o ano 2004 (N = 28).

CARDOREG - Carga Doméstica Regular

$$\text{LXD7 estN} = 9,323432 + 0,072251 N$$

Os resultados projetados para os anos horizontes 1994 e 2004 através da equação de projeção para o tráfego doméstico regular de carga são 41.107.669 kilogramas e 84.365.205 kg, respectivamente.

CARTOTAL - Carga Total

$$\text{LXD11 estN} = 9,497655 + 0,065902 N$$

Para 1994 o valor estimado pela equação acima para o tráfego total de carga foi de 43.647.051 kg e para 2004 foi de 84.665.261 kg.

ANVDDREG - Aeronave Doméstica Regular

$$LD16 \text{ estN} = 9,702969 + 0,029103 N$$

$$\text{onde } LD, \text{ estN} = \ln (D, \text{ estN})$$

O tráfego doméstico regular no movimento de aeronaves apresenta pela sua equação de projeção o total estimado de 27.634 movimentos em 1994 e de 36.969 movimentos no ano 2004.

ANVINREG - Aeronave Internacional Regular

$$LD17 \text{ estN} = 7,005311 + 0,041341 N$$

Para a variável ANVINREG obteve-se através da equação de projeção acima o total estimado de 2.320 movimentos para o ano de 1994 e de 3.508 movimentos para o ano de 2004.

ANVTOTAL - Aeronave Total

$$D21 \text{ estN} = 50363 + 3445,933151 N$$

No movimento de aeronaves do tráfego total foram encontrados a partir da equação de previsão os resultados de 112.389 movimentos no primeiro ano horizonte (1994) e de 146.849 movimentos no último ano de projeção (2004).

Quadro Resumo das Projeções Obtidas com o Modelo
Econométrico para os Anos Horizontes.

DEMANDA PROJETADA =====	ANOS HORIZONTES	
	1994	2004
PASSAGEIRO DOMÉSTICO REGULAR (Nº de passageiros/embarque + desembarque)	2.108.139	4.252.111
PASSAGEIRO INTERNACIONAL REGULAR (Nº de passageiros/embarque + desembarque)	93.475	141.625
PASSAGEIRO TOTAL (Nº de passageiros/embarque + desembarque)	2.421.886	5.197.702
CARGA DOMÉSTICA REGULAR (Kilograma/carregada + descarregada)	41.107.669	84.365.205
CARGA TOTAL (Kilograma/carregada + descarregada)	43.647.051	84.665.261
AERONAVE DOMÉSTICA REGULAR (Nº de movimentos/pouso + decolagem)	27.634	36.969
AERONAVE INTERNACIONAL REGULAR (Nº de movimentos/pouso + decolagem)	2.320	3.508
AERONAVE TOTAL (Nº de movimentos/pouso + decolagem)	112.389	146.849

4.5 - Análise Crítica do Plano Diretor

O desenvolvimento de todo o aeroporto deverá ser baseado num plano diretor, cujo objetivo é o de determinar a finalidade e o tipo das instalações necessárias à comunidade e o método mais conveniente de financiar essas instalações. O plano diretor constitui um registro gráfico da concepção final do projetista para o aeroporto completo, indicando o desenvolvimento recomendável em uma seqüência lógica, juntamente com uma justificativa desse desenvolvimento sob os pontos de vista técnico e econômico.

O Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes foi publicado no ano de 1981, sendo considerado um horizonte de estudo de 20 anos, dos quais nos 10 primeiros anos encontram-se os detalhes do planejamento, tendo em vista que a cada 5 anos deveria ser feita uma revisão do mesmo.

Conforme foi mencionado anteriormente, este Plano Diretor é apresentado em três volumes, sendo que no segundo volume estão os estudos de demanda que são o objeto de estudo deste trabalho.

O volume dois deste Plano Diretor no que se refere a demanda não apresenta detalhes técnicos em seu conteúdo, apresentando projeções das modalidades de tráfego que operam no Aeroporto dos Guararapes e projeções de movimento de

aeronaves para cada tipo de tráfego.

A previsão apresentada no Plano Diretor para cada tipo de tráfego foi feita através de um modelo econométrico que não é especificado.

Com o objetivo de poder formular uma análise crítica do estudo de demanda do Plano Diretor do Aeroporto dos Guararapes, foi desenvolvido neste trabalho o modelo econométrico que é apresentado.

A partir do modelo econométrico foram formuladas equações de previsão compatíveis com as séries históricas.

Esses modelos econométricos foram utilizados para calcular as projeções da demanda para os anos horizontes.

Obtendo-se os valores projetados da demanda para os anos horizontes é possível detectar a compatibilidade do modelo econométrico adotado pelo Plano Diretor com o modelo desenvolvido neste trabalho.

Analisam-se a seguir os resultados obtidos com as equações formuladas no modelo comparando esses resultados com aqueles contidos no Plano Diretor [4]. Tendo em vista que há possibilidades de divergências de valores obtidos, procura-se interpretar as possíveis causas dessas diferenças ocasionais devidas provavelmente a alguma variação metodológica.

No tráfego doméstico regular de passageiros, observa-

se a compatibilidade dos resultados encontrados pelo modelo econométrico formulado neste trabalho, 2.108.139 passageiros e aquele contido no Plano Diretor, 2.789.011 passageiros para o primeiro horizonte de previsão. O que acontece também no segundo horizonte de previsão, onde os valores são 4.252.111 e 5.978.855 passageiros, respectivamente.

Para o tráfego internacional regular, os resultados obtidos pelo modelo para o movimento de passageiros também são coerentes com aqueles apresentados no Plano Diretor. Para o primeiro horizonte de previsão, o ano de 1994, foi encontrado o valor de 93.475 passageiros através do modelo e de 91.840 passageiros no Plano Diretor. No segundo ano horizonte (2004), os resultados são 141.625 passageiros e 190.078, respectivamente.

Com relação ao tráfego total do movimento de passageiros, este compreendendo o somatório dos tráfegos doméstico regular, internacional regular, regional, não regular e demais vôos, obteve do modelo econométrico resultados também correspondentes àqueles encontrados no Plano Diretor. Para o ano de 1994, o valor da projeção obtido pelo modelo foi de 2.421.886 passageiros, sendo 2.962.495 passageiros o valor encontrado no Plano Diretor. Para o ano de 2004, os resultados encontrados são 5.197.702 e 6.343.150 passageiros, respectivamente.

Para o movimento de carga do tráfego doméstico

regular, os resultados das projeções da demanda para os dois anos horizontes obtidos pelo modelo são os seguintes: 41.107.669 kg e 84.365.205 kg, respectivamente e os resultados contidos no Plano Diretor são 46.454.085 kg para o primeiro horizonte e 64.515.736 kg para o segundo horizonte de previsão.

Observa-se que o modelo obteve resultado compatível com o do Plano Diretor no primeiro horizonte de previsão, apresentando, entretanto, estimativa maior no segundo horizonte, o que leva a crer que não se visualiza a longo prazo a existência de política de desenvolvimento para o tráfego doméstico regular de carga, o que não seria aceitável.

No tráfego internacional regular, a previsão para o movimento de carga apresentada no Plano Diretor mostra uma estimativa bem superior àquela encontrada pelo modelo econométrico deste trabalho cujos resultados não se apresentaram consistentes.

Acredita-se que no Plano Diretor não foi utilizado um modelo econométrico para a previsão do movimento de carga do tráfego internacional, mas que provavelmente foi adotada uma metodologia baseada no critério de proporcionalidade do crescimento de carga internacional no País.

Para o movimento de carga do tráfego total, o modelo econométrico apresentou resultados compatíveis com aqueles do

Plano Diretor no primeiro horizonte de previsão, encontrando, entretanto, estimativa superior no segundo horizonte, o que confirma a conclusão feita na parte de tráfego doméstico regular de carga, ou seja, no âmbito geral, não há entendimentos para o futuro do desenvolvimento do transporte aéreo de carga. O valor de previsão do modelo para o primeiro ano horizonte é de 43.647.051 kg e de 84.665.261 kg no segundo ano horizonte. No Plano Diretor, os valores encontrados são 50.448.306 kg e 71.055.988 kg para cada horizonte de previsão, respectivamente.

No movimento de aeronaves do tráfego doméstico regular, embora os resultados não tenham sido compatíveis com os do Plano Diretor, em análise posterior, utilizando método gráfico em papel monolog, pôde-se confirmar que os resultados obtidos pelo modelo econométrico deste trabalho são mais consistentes do que os valores obtidos no Plano Diretor.

Para o primeiro ano horizonte, obteve-se através do modelo econométrico um valor projetado de 27.634 movimentos, enquanto que para o segundo ano horizonte, o resultado foi de 36.969 movimentos. Para 1994 o valor obtido através do Plano Diretor para o tráfego doméstico regular é de 45.872 movimentos e para o ano de 2004 é de 85.412 movimentos.

A estimativa do movimento de aeronaves do tráfego internacional regular de acordo com o modelo econométrico, é compatível com os valores obtidos no Plano Diretor para os

dois horizontes de previsão. Os resultados são os seguintes: 2.320 movimentos e 3.508 movimentos para o primeiro e segundo horizontes de previsão, respectivamente, obtidos através do modelo. E o valor contido no Plano Diretor para 1994 é de 2.685 movimentos e para o ano de 2004 é de 3.960 movimentos.

No que se refere ao movimento de aeronaves do tráfego total, o modelo econométrico obteve resultados também correspondentes aos do Plano Diretor em ambos os horizontes de previsão. O resultado encontrado no Plano Diretor é de 93.388 movimentos para o ano horizonte de 1994 e de 159.983 movimentos para o segundo horizonte de previsão. Enquanto que através do modelo econométrico deste trabalho, encontrou-se para os dois horizontes de previsão os valores projetados de 112.389 e 146.849 movimentos, respectivamente.

Verifica-se, então, na análise, que a maioria dos resultados obtidos pelo modelo econométrico desenvolvido neste trabalho para os diversos aspectos da demanda apresentam compatibilidade com aqueles contidos no Plano Diretor.

No decorrer do trabalho pode-se observar que o tráfego doméstico regular, seja no movimento de passageiros, carga ou aeronaves, com sua participação percentual bastante alta no tráfego total, é fator preponderante na maior parte dos modelos de demanda aqui formulados.

Com relação ao tráfego internacional de carga, tendo

sido encontrados resultados bem distintos daqueles do Plano Diretor, acredita-se, contudo, que o Plano Diretor não foi exageradamente otimista, tendo em vista modernização da manipulação de cargas internacionais e política de entendimentos que leva a um melhor uso do transporte aéreo de carga internacional.

No movimento de aeronaves do tráfego doméstico regular, o fato dos valores obtidos pelo modelo não corresponderem àqueles do Plano Diretor, apesar de apresentarem consistência conforme análise gráfica já mencionada neste trabalho, leva a entender que o movimento de aeronaves deste tipo de tráfego foi superestimado no Plano Diretor.

Tendo em vista as considerações anteriores pode-se concluir que, de um modo geral, o Plano Diretor foi bastante feliz nas suas projeções para os anos horizontes. É que, também, quando se afastou do modelo econométrico básico, adotando um critério de proporcionalidade em relação ao crescimento da demanda de carga internacional dentro do país, talvez tenha adotado o caminho correto, pois nesse caso, as séries históricas parecem não ser indicativas do crescimento de demanda futuro, pois outros fatores, de natureza de política de relacionamento internacional, contribuem de modo significativo para esse crescimento. O conhecimento desses entendimentos é condição indispensável para uma melhor

interpretação e crítica posterior desse processo adotado, o que infelizmente não foi possível durante o levantamento de dados deste trabalho tendo em vista que informações dessa natureza são de difícil acesso.

4.6 - Referência Bibliográfica

1. Nie, N. H.; Hull, C. H.; Jenkins, J. G.; Steinbrenner, K.; and Bent, D. H. "Statistical Package for the Social Sciences". 2d ed. New York: Mc Graw-Hill, 1975.
2. Ott, L., Mendenhall, W., Larson, R. F.: "STATISTICS: A Tool for the Social Sciences", Duxbury Press, North Scituate, Massachusetts, 1978.
3. Barr, A. J.; Goodnight, J. H.; Sall, J. P.; and Helwig, J. T. "A User's Guide to SAS 76". Raleigh, N. C.: SAS Institute, Inc., 1976. Chapters 1 and 14.
4. Plano Diretor do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes, Departamento de Aviação Civil, vol. 2, 1981.

CAPITULO V

ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 - Apresentação dos Resultados

Tendo em vista a análise, interpretação e crítica, anteriormente apresentadas de acordo com o cotejo dos valores obtidos pelo modelo econométrico e aqueles encontrados no Plano Diretor, a fim de facilitar a melhor compreensão apresentase a seguir um quadro resumo onde constam os resultados das equações de projeção do modelo e os contidos no Plano Diretor, para os dois horizontes de previsão.

VARIÁVEIS DEPENDENTES	VALORES OBTIDOS PELO MODELO		PLANO DIRETOR	
	1994	2004	1994	2004
PASDOREG	2.100.139	4.252.111	2.789.011	5.978.855
PASINREG	93.475	141.625	91.840	190.070
PASTOTAL	2.421.806	5.197.702	2.962.495	6.343.150
CARDOREG	41.107.669	84.365.205	46.454.005	64.515.736
CARINREG	2.550.186 *	4.534.766 *	2.550.186	4.534.766
CARTOTAL	43.647.051	84.665.261	50.448.306	71.055.980
ANVDOREG	27.634	36.969	45.072	85.412
ANVINREG	2.320	3.508	2.605	3.960
ANVTOTAL	112.389	146.849	93.308	159.983

* Valores obtidos por outra metodologia

Pode-se verificar, que os resultados obtidos pelo modelo são de um modo geral, bastante próximos daqueles que estão no Plano Diretor, o que indica ter havido, provavelmente, uma semelhança entre a metodologia aqui adotada e a do Plano Diretor.

No que diz respeito à carga internacional, foram aceitos os valores apresentados no Plano Diretor cuja metodologia adotada neste caso foi a de critério de proporcionalidade do crescimento de carga internacional no País, tendo em vista as considerações tecidas em 4.5.

A seguir faz-se a análise crítica dos resultados obtidos em comparação com os valores apresentados pelo Plano Diretor.

5.2 - Análise Crítica dos Resultados

Procura-se agora estabelecer a análise crítica baseada em considerações que foram desenvolvidas em 4.5.

No que se refere ao tráfego doméstico regular verificou-se a validade do modelo econométrico aqui formulado, seja no movimento de passageiros, carga ou aeronaves devido à consistência dos resultados obtidos pelo modelo em comparação com o Plano Diretor o que mostra que a metodologia adotada neste trabalho pode ser utilizada em qualquer caso semelhante.

No tráfego internacional regular, em relação ao movimento de passageiros e aeronaves, embora o modelo econométrico possa ser considerado válido, devido a coerência de seus resultados com os do Plano Diretor, novos estudos deveriam ser realizados através do incentivo ao turismo como foi feito no Aeroporto de Salvador. No que se trata de carga internacional, o modelo apresentou discrepância em relação ao Plano Diretor, sendo, portanto, conveniente adotar o critério de proporcionalidade tendo em vista uma política de entendimentos em nível internacional no que diz respeito a uma instalação mais moderna da manipulação de cargas.

O modelo econométrico para o tráfego total, apresentando coerência com a série histórica deste tráfego, mostrou-se preponderantemente vocacionado para o tráfego doméstico regular e bastante consistente com o Plano Diretor o que leva a entender que por enquanto o Aeroporto dos Guararapes atende uma demanda predominantemente voltada para o movimento nacional. O que não quer dizer, tendo em vista a sua localização geográfica, próxima a Europa e Estados Unidos, que não deva procurar expandir o seu potencial de cargas internacionais, o que já está sendo feito, pois as projeções de demanda do Plano Diretor se afastam de uma maneira otimista das projeções obtidas pelo modelo econométrico. Há, contudo, graves e sérias restrições no que diz respeito às características operacionais do Aeroporto. Isso se deve, também, a restrição de comprimento e número de pistas. Note-se

a esse respeito os trabalhos de melhoramento do Aeroporto Internacional de São Paulo, que através de ampliações e modernização de suas instalações conseguiu aumentar consideravelmente a manipulação de cargas internacionais de maneira a trazer maiores benefícios. Exemplo que deve ser seguido pelas autoridades responsáveis pelo Plano Diretor do Aeroporto dos Guararapes.

5.3 - Conclusões e Sugestões para Pesquisas Futuras

A avaliação e projeção de demandas futuras surge como um problema importante de planejamento aeroportuário nos países em desenvolvimento. Na revisão bibliográfica deste problema chamou-se a atenção para os cuidados que se deve ter nessas avaliações e projeções. Normalmente, as autoridades encarregadas dos aeroportos limitam-se a fazer mero estudos de tendências do crescimento de demanda. Contudo, a experiência nos países mais adiantados tem revelado que há necessidade de estudos analíticos mais detalhados e que a simples extrapolação de tendências não satisfaz. Assim sendo, a formulação de modelo econométrico pertinente torna-se necessária, pois permite, com auxílio da moderna técnica de análise de trajetória, uma melhor visualização dos fatores relevantes desse estudo. Evidentemente, deve-se ter sempre presente a necessidade de previsões de modificações

tecnológicas, pois a tecnologia aeroportuária é muito dinâmica e os aperfeiçoamentos se processam de maneira muito rápida. Isso leva o planejador a ser mais cauteloso e a revisões de planos diretores em períodos de tempo mais curtos.

Atrasos nos recursos financeiros, por serem escassos no Brasil, dificultam tremendamente a implementação de planos diretores e suas programações. Isto deveria ser evitado, pois contribui para a ineficácia das avaliações e projeções de demanda.

A principal preocupação neste trabalho foi verificar a possibilidade de formulação de um modelo econométrico válido, bem como analisar e interpretar este modelo utilizando a técnica estatística de análise de trajetória.

O modelo foi aplicado para testar se as avaliações e projeções da demanda do Aeroporto Internacional dos Guararapes, tais como foram apresentadas no Plano Diretor, são válidas. Verificou-se que os valores estimados neste trabalho de pesquisa quando cotejados com aqueles do Plano Diretor são consistentes.

Assim sendo, o processo de análise e metodologia desenvolvidos neste trabalho parecem bastante satisfatórios na sua abordagem. Contudo, com a experiência obtida durante o desenvolvimento do trabalho e aplicação do modelo pode-se identificar áreas frutíferas para posteriores pesquisas:

1. Pesquisas poderiam ser feitas, usando dados e informações disponíveis, procurando, mais explicitamente, verificar o impacto do crescimento da demanda sobre a manipulação e armazenagem de carga.
2. Pesquisas, a longo prazo, poderiam verificar o potencial turístico local de modo a estimular o fluxo de turistas estrangeiros. Isso pode ser feito considerando o turismo como fonte importante de criação de novas oportunidades de emprego.
3. Pesquisa de uma metodologia que permitisse determinar o valor econômico do turismo em relação ao aeroporto e que consistiria, primeiramente, em especificar o número de turistas que usam o transporte aéreo, a duração média da estada, a relação emprego/unidade hoteleira e os coeficientes de ocupação dos hotéis.
4. Pesquisa que verificasse as restrições de capacidade de pista em termos da expansão de demanda prevista neste trabalho.
5. Pesquisa para determinação da demanda de projeto na hora-pico tendo em vista que a demanda

manifestada na hora-pico determina o tamanho das instalações.

6. Pesquisa detalhada procurando estabelecer classificação do tráfego de passageiros por tipo.
7. Pesquisa a longo prazo procurando identificar a evolução da demanda para cada instalação.
8. Pesquisa detalhada para permitir o cálculo das áreas necessárias às atividades do aeroporto.
9. Análise detalhada para verificar os aspectos sazonais no transporte de carga e passageiros do aeroporto.

A N E X O I

HISTÓRICO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DO RECIFE - GUARARAPES

A história do Aeroporto dos Guararapes começa com a Segunda Guerra Mundial, quando os únicos campos de pouso que o Recife dispunha eram o Campo do Ibura, inaugurado em 07 de março de 1925 e cujas instalações, hoje, fazem parte do Parque de Material Aeronáutico do Recife e o Parque do Encanta Moça, no Pina, hoje funcionando como Aeroclube de Pernambuco.

No período entre 1941 e 1943 foram executadas reformas e outros melhoramentos no Aeroporto do Ibura para que pudesse receber todas as operações aéreas de apoio à Guerra.

Do final da década de 40 para o início dos anos 50, a Cidade do Recife passou a ter mais importância no tráfego aéreo internacional. Os aviões internacionais da época, como Super Constellation, DC-7C e outros, não tinham autonomia suficiente para atingir a Europa, em vôos diretos, partindo do Rio de Janeiro e São Paulo, e eram necessárias escalas em Recife. As instalações, então, tornaram-se inadequadas.

Para atender a evolução natural e progressiva da aviação civil, bem como a demanda crescente dos usuários e o aumento gradual de frequência das linhas aéreas regulares, teve início no ano de 1950 a construção do novo Aeroporto dos Guararapes, sendo inaugurado em 15 de janeiro de 1958 com a

pista de pouso medindo 2.000 metros de comprimento.

Com o advento dos aviões a jato, foi necessário ampliar a pista para 2.500 metros de comprimento, serviços estes que foram concluídos em 1970. Esta nova pista oferecia condições de operação, sem restrições, de aviões tipo Boeing-707 e DC-8. O Recife passou a ser ligado diretamente com a Europa, mais por uma necessidade da demanda regional de passageiros, pois estes novos aviões já podiam fazer vôos sem escalas do Rio de Janeiro para a Europa e Estados Unidos.

No ano de 1974, teve início no Brasil uma nova era no transporte aéreo internacional, com a operação de aviões de fuselagem larga (wide-body), tipo Boeing-747, Airbus, etc, com capacidade para mais de 250 passageiros. Esta nova geração de aviões impôs uma série de exigências aos aeroportos, como aumento de pista e melhores equipamentos de apoio. A pista principal do Aeroporto, então, com 2.500 m de extensão, representava uma restrição para a decolagem de aviões deste tipo, já que eles podiam operar no Recife, porém, sem utilizar toda a sua capacidade de carga, o que era desinteressante para as Companhias Aéreas.

Para acompanhar essa evolução tornava-se imprescindível urgente modernização do Aeroporto dos Guararapes.

Em 1979 foi celebrado um convênio entre o Ministério da Aeronáutica e o Governo do Estado de Pernambuco, para

execução das obras e melhoramentos do Aeroporto, tendo início em setembro de 1980, os serviços de ampliação da pista principal e do reforço da capacidade de suporte da pista existente e do pátio de manobras.

No mês de novembro de 1981, foram concluídas as obras do prolongamento da pista principal de 2.500m para 3.001m, do prolongamento de 900m da pista de acesso à nova cabeceira, do reforço estrutural da pista existente e do pátio de manobras, permitindo o pouso e a decolagem de todas as aeronaves de grande porte utilizadas pela aviação comercial.

Em 15 de março de 1982, iniciaram-se as obras de ampliação do Terminal de Passageiros cuja área foi triplicada permitindo melhores condições de operação e conforto aos usuários. Nessa mesma época a fachada do Aeroporto, que tem em frente a Praça Salgado Filho, na Avenida Mascarenhas de Moraes, no bairro da Imbiribeira, foi completamente remodelada, como se vê na planta correspondente a vista principal deste Aeroporto no Anexo III.2.

Contudo, apesar de ter sido bastante útil, essa grande obra de ampliação e reformulação concluídas no final de 1983, mostrou-se, com o passar dos anos, medida paliativa, apresentando problemas operacionais e estruturais, tais como: a localização pouco operacional dos escritórios das companhias aéreas com relação aos balcões de "check-in", causando problemas no "check-out" dos vôos; os balcões de "check-in"

devido a sua geometria e utilização sem induzir a formação de filas para o atendimento e causando descoordenação entre a pesagem das bagagens e o preenchimento da ficha de embarque; a região do mezanino e dos escritórios das companhias aéreas sem nenhum banheiro próximo e, ainda, o fluxo de usuários entre os pavimentos dificultado devido ao reduzido número de acessos entre os pavimentos.

Apesar dessas dificuldades nesse período a área operacional de embarque e desembarque era suficiente para o atendimento da demanda observada.

A partir dessa reforma, com a demanda aumentando a cada ano, a capacidade de atendimento do terminal de passageiros foi diminuindo, fazendo-se necessário a execução de nova obra de ampliação desse terminal além de certas alterações para solucionar grande parte dos problemas operacionais já existentes.

Em 1990 iniciou-se nova reforma no Aeroporto Internacional do Recife-Guararapes, tendo como objetivos principais mudanças nas áreas de embarque e desembarque e no saguão.

Na área de embarque houve a ampliação das salas de embarque com troca dos revestimentos internos, permitindo a operação de seis portões de embarque. A área VIP também foi aumentada e reformulada.

Entre estas benfeitorias na ala de embarque estão também a instalação do sistema de ar condicionado com unidades autônomas e adequação das áreas com rebaixamento do teto, a reformulação e ampliação dos sanitários das salas de embarque, a implantação de novas áreas comerciais padronizadas e a aquisição de novo mobiliário para salas de embarque e sala VIP.

As benfeitorias realizadas no saguão e "check-in" do terminal de passageiros foram as seguintes:

- ampliação do saguão de embarque
- construção do "check-out" das companhias aéreas no mesmo nível do "check-in"
- adequação das instalações de manuseio/triagem de bagagem com reaparelhamento do sistema de esteiras
- instalação de balcões individuais de check-in que induzirão a formação de filas e agilizarão a operação da área
- reformulação de sanitários públicos, do berçário e construção de sanitários para o saguão de desembarque
- construção de lojas para as companhias operadoras e salas de atendimento ao público
- adequação do saguão de desembarque com a

implantação de novas lojas de serviços padronizadas

- implantação do sistema central de ar condicionado
- adequação do saguão através do fechamento frontal com três portões eletrônicos de acesso e rebaixamento do teto.

Existe área prevista para instalação de "free shop" no embarque e desembarque.

A previsão de término dessa última grande reforma de ampliação e modernização no terminal de passageiros do Aeroporto dos Guararapes é para o primeiro semestre de 1993.

Observe-se que o processo de ampliação e melhoramentos do Aeroporto, ao longo de sua história, corresponderam ao crescimento do volume de demanda.

Assim sendo, pode-se ter idéia da importância do estudo da demanda do aeroporto e sua projeção, procedimentos que são feitos neste trabalho de pesquisa.

A N E X O I I

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO AEROPORTO INTERNACIONAL DO RECIFE - GUARARAPES

A Região Metropolitana do Recife ocupando uma área de 2.200 km² é constituída por nove municípios: Cabo, Igarassu, Itamaracá, Jaboatão, Moreno, Olinda, Paulista, Recife e São Lourenço da Mata.

O núcleo urbano primitivo da Cidade do Recife é formado pelos bairros do Recife, São José, Santo Antônio e Boa Vista. A partir deste núcleo principal, a cidade cresce em cinco direcções: ao norte, na direcção de Olinda; a oeste, na direcção de Camaragibe; a noroeste, na direcção de Igarassu; a sudoeste, em direcção a Jaboatão; e no litoral sul, em direcção à Piedade, no Município de Jaboatão dos Guararapes.

A configuração apresentada pela Região Metropolitana do Recife é de um crescimento radioconcêntrico o que leva a um adensamento das áreas centrais, associado à criação de uma periferia linear horizontal e de baixa densidade demográfica.

Em 1982, foi elaborado pela FIDEM o Plano de Desenvolvimento Metropolitano, no qual a estrutura urbana proposta considera na região quatro nucleações de actividades: Centro, Norte, Oeste e Sul, com o objetivo de descentralizar

as funções metropolitanas e promover a intensificação do uso residencial, como também um maior desenvolvimento dos setores industriais, de comércio e serviços especializados. Os espaços intersticiais são aqueles que interligam as nucleações, e se destinam principalmente ao uso residencial de baixa densidade e às atividades de apoio à habitação.

O Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes está localizado na Nucleação Centro, que compreende os espaços conurbados do Recife e de Olinda e o Distrito de Prazeres, no Município de Jaboatão dos Guararapes. (Ver Planta Localização e Uso do Solo da Cidade - Anexo III.1)

Essa estrutura proposta tem como objetivo concentrar a população nas nucleações, aliviando os interstícios e através do estímulo à localização das atividades geradoras de emprego, atrair a população para a localização desejada.

Em relação aos Sistemas de Transportes, a conexão modal disponível entre o tráfego aéreo e os destinos de seus usuários na Cidade do Recife é a rodoviária, já que o ramal ferroviário sul, entre as Cidades do Recife e Cabo, cuja linha passa a aproximadamente 350 metros do aeroporto, é subutilizado pela deficiência de seus serviços. Este ramal futuramente será importante no que se refere à integração modal, tendo em vista ser possível uma estação de passageiros nas proximidades do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes.

No que se refere ao Sistema Viário Urbano, as vias arteriais principais (com ou sem controle de acesso, servindo de corredor, com sentido único ou duplo e separador de fluxos) que têm maior importância para o Aeroporto, são as seguintes: Marechal Mascarenhas de Moraes (Imbiribeira), Estrada da Batalha, BR-101, Av. Recife, Av. Barão de Souza Leão, Av. Domingos Ferreira, Av. Boa Viagem, Av. Conselheiro Aguiar, Av. Sui, Rua Imperial e Av. Agamenon Magalhães.

Os acessos principais que ligam o Aeroporto ao centro (Av. Marechal Mascarenhas de Moraes), ao Bairro de Boa Viagem (Av. Barão de Souza Leão), e ao Hospital da Aeronáutica que é o hospital mais próximo do Aeroporto (Av. Armindo Moura), apresentam condições de tráfego que deixam muito a desejar, com trechos críticos com drenagem inadequada, às vezes obrigando o desvio do tráfego por outras artérias que também apresentam condições desfavoráveis de operação.

Na área de entorno do Aeroporto, principalmente nos bairros de renda média e baixa - Vila do IPSEP, Tijolos, Vila dos Sargentos, Jordão e outros, a situação do sistema viário é ainda mais grave uma vez que muitas dessas vias não são pavimentadas.

O Aeroporto dos Guararapes localiza-se no Bairro do Ibura a uma distância de aproximadamente 11 km do centro da cidade e a cerca de 2 km do Bairro de Boa Viagem, que é um centro de alta densidade demográfica do Recife.

Este Aeroporto tem uma área patrimonial total de 388,4 ha, funciona as 24 horas do dia, possui uma pista de pouso de dimensões 3001 x 45 metros cuja orientação é 18/36 e apresenta ainda uma pista de táxi homologada para pousos eventuais de 1750m x 23m.

Normalmente, os aeroportos alternativos para Recife são os de Maceió, Natal, Fortaleza e Salvador de acordo com os tipos de aeronaves usualmente operantes nestes aeroportos.

Para efeito de orientação do tráfego e segurança das aeronaves, os dados meteorológicos do Aeroporto são os seguintes:

- temperatura de referência: 26,5°C
- pressão atmosférica ao nível do Aeroporto:
 - média anual: 1.012,6 mb
 - máxima: 1.015,3 mb mês: agosto
 - mínima: 1.010,8 mb mês: fevereiro
- temperaturas:
 - média atual: 25,8
 - média das máximas: 29,2 mês: janeiro
 - média das mínimas: 21,7 mês: junho
 - máxima: 32,0 mês: fevereiro
 - mínima: 19,3 mês: agosto
- mês de maior número de dias de chuva:
 - julho - nº de dias: 29 - pluviometria: 496,6 mm

- mês de máxima precipitação:
 - julho - pluviometria: 284,1 mm
- mês de maior número de dias de trovoadas:
 - abril - nº de dias: 1
- umidade relativa do ar:
 - média anual: 79%
 - máxima: 99% mês: julho
 - mínima: 47% mês: novembro
- ventos predominantes:
 - 1ª predominância: 150° - velocidade: 8 nós
 - 2ª predominância: 129° - velocidade: 7 nós
- época menos favorável para realização de operação visual: julho

O Aeroporto Internacional dos Guararapes encontra-se topograficamente numa área plana com pequenos acidentes.

Na área de entorno do Aeroporto existem apenas pequenas elevações de até 30 metros, aproximadamente, na direção oeste, sem contudo constituírem grandes obstáculos à navegação aérea. No restante, não há acidentes na região que mereçam atenção.

O crescimento do Aeroporto no sentido do eixo da pista está limitado nas duas cabeceiras. Desde a sua última ampliação, a cabeceira 18 encontra-se muito próxima dos

limites da área patrimonial, além de que no sentido da cabeceira 36, o crescimento do Aeroporto é inviabilizado pela Avenida Mascarenhas de Moraes. E ainda, ambas as cabeceiras estão completamente envolvidas por edificações.

Existem estudos com vistas ao prolongamento da pista de pouso no sentido da cabeceira 18, o que é dificultado principalmente pela necessidade de desapropriação de moradias de famílias que habitam essa vizinhança da área patrimonial.

As pistas de taxiamento compõem-se de um conjunto formado por uma pista de rolamento paralela à pista de pouso e saídas de velocidade, tanto do lado civil como na área militar, tendo em vista que a área de pouso do Aeroporto atende ao tráfego da área civil como também a aviação militar que se destina à Base Aérea.

O pátio principal de estacionamento de aeronaves, onde se concentram as operações dos tráfegos doméstico, internacional e regional, situa-se em frente ao terminal de passageiros, a uma distância aproximada de 500m da cabeceira 36. (Ver Planta Geral do Aeroporto - Anexo III.3)

O pátio da aviação geral localiza-se ao sul do pátio principal e está prevista a instalação de outro próximo à área de hangaragem da aviação geral.

O terminal de passageiros do Aeroporto dos Guararapes é do tipo linear, com três pavimentos.

O setor operacional localiza-se no pavimento térreo, com todo processamento de embarque e desembarque. (Ver Planta Térreo - Anexos III.4 e III.5 - situação anterior à reforma e situação atual)

As facilidades do terminal, tais como, restaurantes, companhia telefônica, banco e lojas em geral ficam situadas no primeiro pavimento, como se vê nas plantas referentes a este pavimento nos Anexos III.6 e III.7 (situação anterior à reforma e situação atual). O segundo pavimento é ocupado pela administração do Aeroporto e está mostrado em planta correspondente nos Anexos III.8 e III.9 (situação anterior à reforma e situação atual).

Para o estacionamento de veículos dos usuários do Aeroporto, existem os Estacionamentos Norte e Sul. O primeiro localiza-se no lado norte do terminal de passageiros e tem uma menor rotatividade de vagas em relação ao segundo, sendo utilizado principalmente por usuários do transporte aéreo e serviços correlatos. Enquanto que o Estacionamento Sul, localizado no lado sul do terminal de passageiros tem o dobro da capacidade do Estacionamento Norte e por ser usado principalmente pelos acompanhantes dos passageiros, apresenta alta rotatividade (Ver Planta Estacionamentos no Anexo III.10).

Com relação ao terminal de cargas, este está localizado 45m à direita do terminal de passageiros, e, anexo

a ele, há um depósito que serve como armazém e local para paletização e despaletização de carga. É a INFRAERO quem controla o movimento de carga internacional de importação e exportação neste terminal, enquanto que a carga doméstica é processada nos terminais das próprias companhias aéreas. Para uma melhor visualização é mostrada a configuração do terminal de cargas no Anexo III.ii.

Um dos maiores problemas dos terminais é a sua localização, pois impede o crescimento do terminal de passageiros na direção norte.

Próximas ao terminal de cargas, encontram-se instaladas as Companhias Aéreas: a VARIG/CRUZEIRO ocupando cinco edificações perfazendo uma área de cerca de 2.189m²; a VASP instalada em uma edificação numa área de 610m²; a TRANSBRASIL ocupando duas edificações, uma das quais sediando os serviços das oficinas desta empresa, da TAP e da INFRAERO; a NORDESTE S/A, numa área de aproximadamente 15m² de uma edificação compartilhada com a AIR FRANCE que por sua vez ocupa 40m² e que embora tenha uma edificação para armazenagem de equipamentos é ali que é feito o processamento de carga da Companhia.

No Aeroporto existe um grupo de apoio que executa todo o trabalho de atendimento aos passageiros embarcados e desembarcados, além de prestar serviço às Companhias no transporte de cargas, quando necessário. Este grupo é chamado

SATA (Serviços Auxiliares de Transporte Aéreo) e suas instalações estão localizadas a 150m do terminal de cargas da INFRAERO.

A seção de combate a incêndio, situa-se na área da Base Aérea do Recife, não estando bem localizada tendo em vista o pátio em frente às suas instalações ter trânsito constante de aeronaves da Base Aérea.

No Aeroporto Internacional dos Guararapes operam três companhias para fornecimento de combustível às aeronaves. São elas: Shell, Esso e Petrobrás. As duas primeiras estão situadas à esquerda do terminal de passageiros próximas à cabeceira 36 e a Petrobrás localiza-se na área da Base Aérea, mas também próxima desta mesma cabeceira.

A poluição sonora é o mais importante impacto do aeroporto sobre o meio ambiente.

Através do Plano de Zoneamento de Ruído, determinando-se as curvas de nível de ruído, é definido o uso do solo nas áreas de entorno do aeroporto, o que restringe os tipos de atividades que são desenvolvidas em suas proximidades. Entretanto, o nível de ruído no terminal aeroportuário só pode ser melhorado mediante tratamento acústico das instalações que se encontram em posições mais receptivas ao ruído.

No que se refere ao terminal de passageiros, seus

componentes, tais como salas de embarque, saguão principal, balcões de "check-in" das empresas aéreas, sala de desembarque e sala de trânsito internacional, apresentavam níveis de ruído suficientes para impedir uma conversação normal, o que foi alterado depois da reforma de ampliação e modernização realizada no Aeroporto proporcionando a grande parte destas instalações tratamento acústico.

Ainda no terminal de passageiros, o restaurante e as agências bancárias apresentam níveis reduzidos de ruído enquanto que as lojas e lanchonetes são bastante incomodados pelas operações do Aeroporto. Os escritórios das Companhias Aéreas apresentavam alto índice no nível de ruído, o que parece ter sido minimizado com reforma de suas instalações. No segundo pavimento, onde fica a administração do Aeroporto, as salas mais próximas ao pátio por não terem tratamento acústico, eram as que mais sofriam com o ruído, principalmente devido a procedimentos de decolagem e taxiamento. Estas condições foram modificadas, mediante melhoramentos lá executados nessa última reforma do Aeroporto.

O nível de ruído também é bastante elevado no terminal de cargas e áreas de manutenção e carga das empresas aéreas durante os procedimentos de taxiamento, pouso e decolagem.

O alojamento do serviço contra-incêndio é completamente exposto ao ruído proveniente dos pousos e

decolagens, além do movimento de aeronaves militares no pátio da Base Aérea.

Na área onde ficam localizados os hangares da aviação geral, está o Hangar da Weston (Grupo João Santos), lá são realizadas manutenções de motores a pistão, turboélice e a jato, propiciando elevados níveis de ruído nesta área onde existem pessoas trabalhando.

D outro efeito do aeroporto sobre o meio ambiente é com relação a influência do movimento de aeronaves na qualidade do ar ambiental.

Embora o movimento de aeronaves a jato no Aeroporto dos Guararapes seja significativo, as concentrações de elementos poluentes não ameaçam a qualidade do ar ambiental segundo estudos realizados. Deve-se observar, entretanto, nas proximidades da cabeceira 18, o problema causado pelo "jet blast", ou seja, pelos gases de exaustão dos turborreatores das aeronaves. As edificações localizadas nas proximidades desta cabeceira podem sofrer danos consideráveis, pois já foram registrados casos de destelhamento nesta área.

Para efeito de um melhor entendimento sobre a configuração geral do Aeroporto dos Guararapes tendo em vista suas características físicas, é importante o conhecimento dos tipos de aeronaves. As aeronaves da aviação comercial (doméstica e internacional) que lá operam e seus respectivos

percentuais de participação no Aeroporto encontram-se no quadro abaixo:

TIPO DE AERONAVE	PERCENTUAL
B - 737	69,67%
B - 767	11,33%
A - 300	4,67%
B - 747	2,33%
DC - 8	1,33%
A - 310	1,00%
MD - 11	0,67%
MD - 83	0,67%
B - 757	0,50%
*B - 727	4,33%
**	3,50%

FONTE: Seção de Tráfego do Aeroporto - FEV. 1993

* - Carga e Correio.

** - Outras aeronaves (aviacão geral e pousos técnicos)

Além dessas, operam outras aeronaves propulsadas por motores a jato da aviação geral e militar, como por exemplo, as aeronaves do tipo EMB-110, conhecidas como Bandeirantes e o Boeing-707 que fazem a linha do Correio Aéreo Nacional. Operam também no Aeroporto, embora irrelevantes em termos de incômodo

causado por suas operações, aeronaves propulsadas por motores a pistão e turboélice da aviação geral, regional e militar.

Os aspectos físicos apresentados de forma resumida, tem a finalidade de facilitar a visualização das características técnicas e operacionais do Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes. Para maior esclarecimento deve ser consultado o Plano Diretor.

A N E X O I I I

PLANTAS

Este anexo apresenta plantas referentes ao Aeroporto Internacional do Recife - Guararapes a fim de se ter uma melhor visualização de sua localização e configuração.

O Anexo III.1 mostra a posição do Aeroporto na Área Metropolitana do Recife como também o uso do solo em seu entorno.

No Anexo III.2 está a fachada do Aeroporto com vista em perspectiva.

O Anexo III.3 apresenta a configuração geral do Aeroporto.

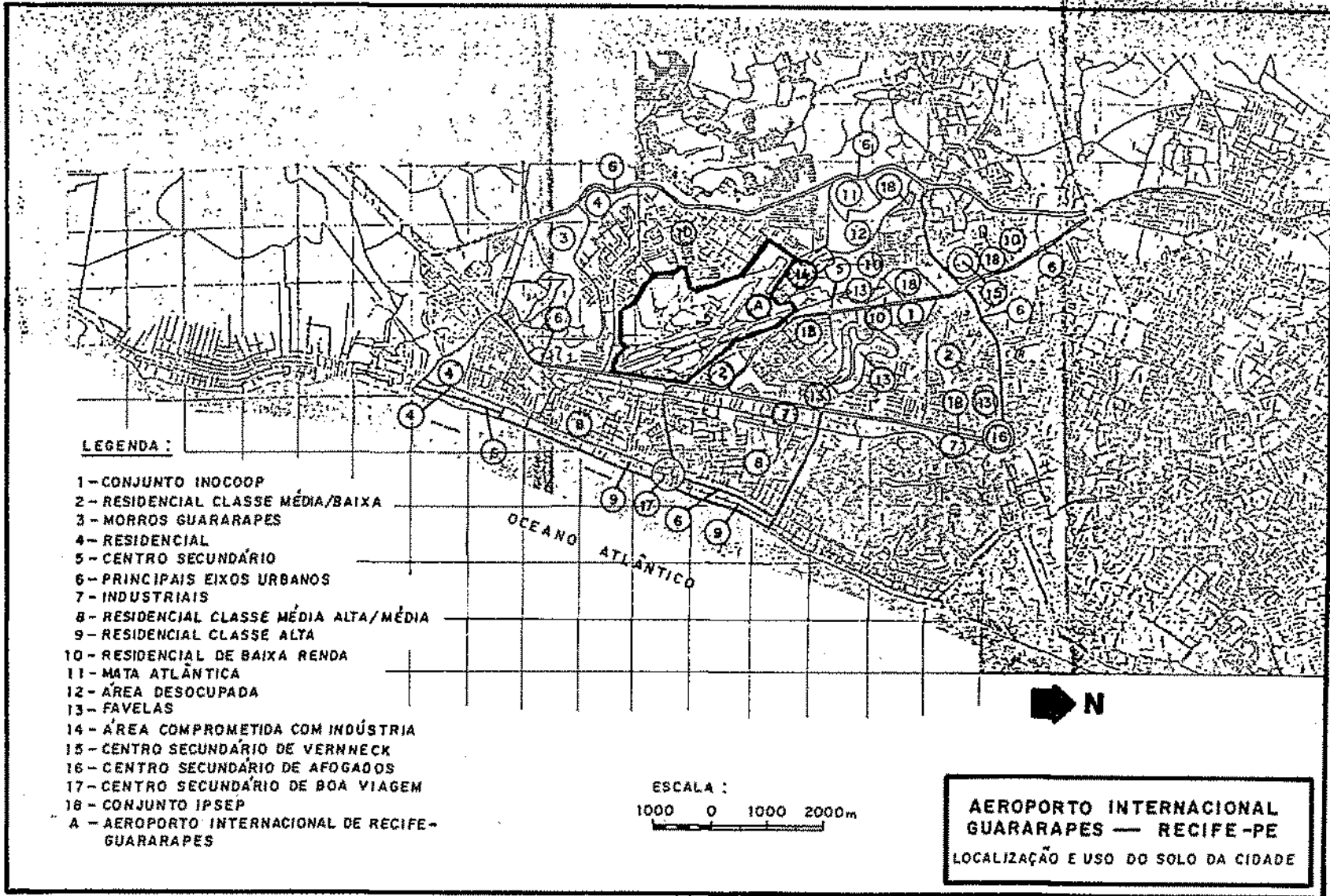
Nos Anexos III.4 a III.9 estão as plantas correspondentes ao térreo, primeiro e segundo pavimentos do terminal de passageiros antes e depois da última reforma do Aeroporto.

A localização dos estacionamentos para estacionamento de veículos no Aeroporto é mostrada no Anexo III.10.

No Anexo III.11 é apresentada a configuração do terminal de cargas.

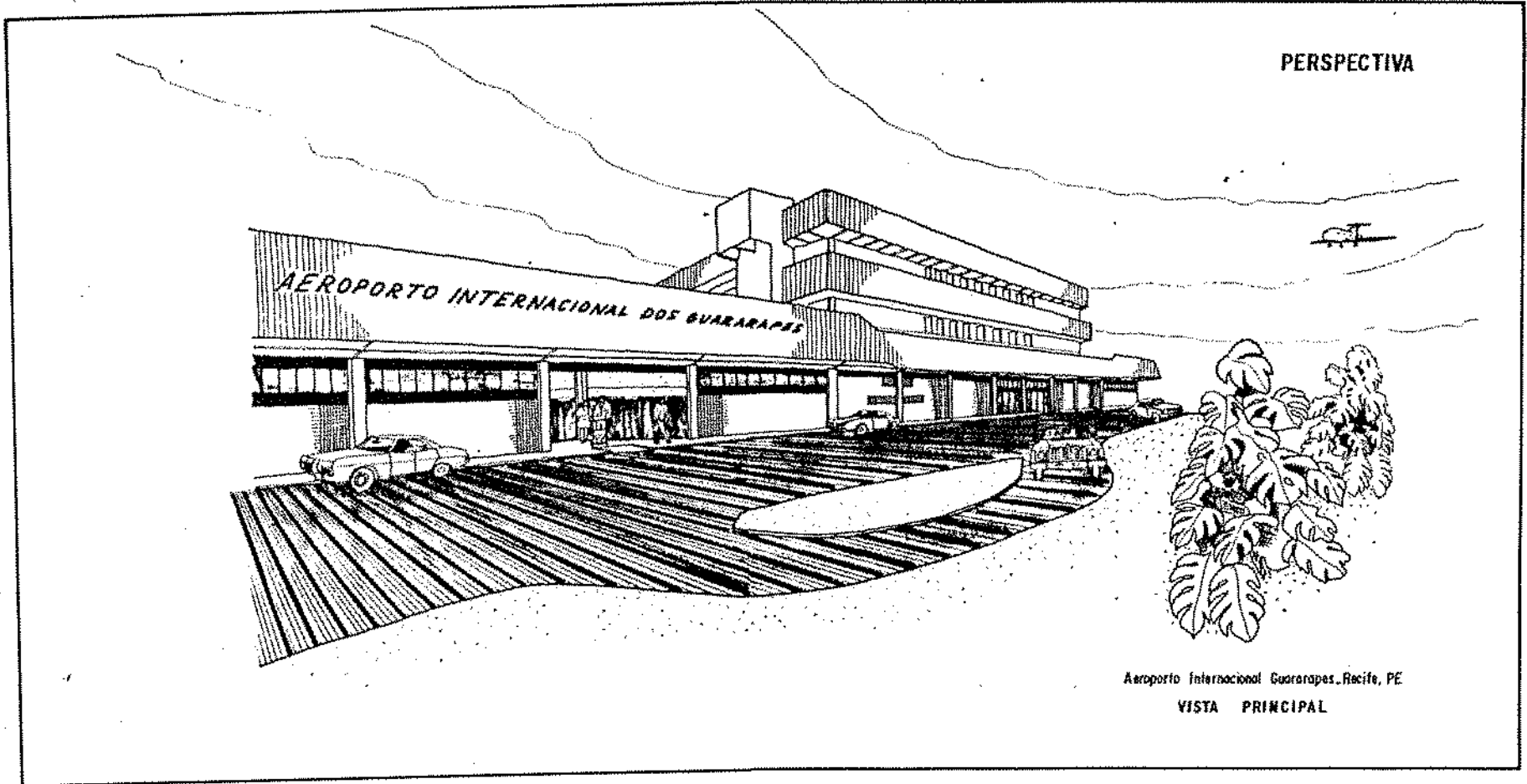
ANEXO III.1

A - III. 2



ANEXO III. 2

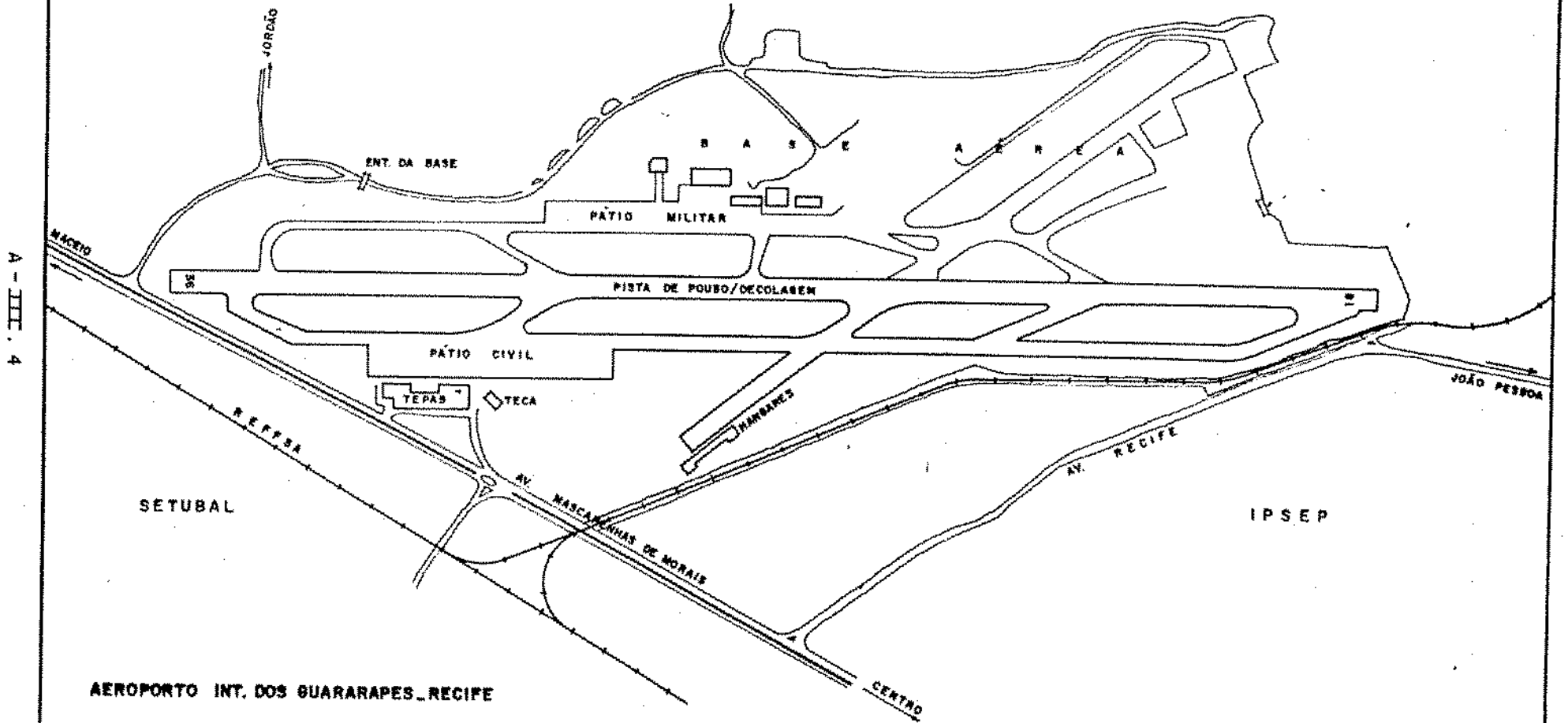
PERSPECTIVA



Aeroporto Internacional Guararapes, Recife, PE
VISTA PRINCIPAL

A - III. 3

JORDÃO



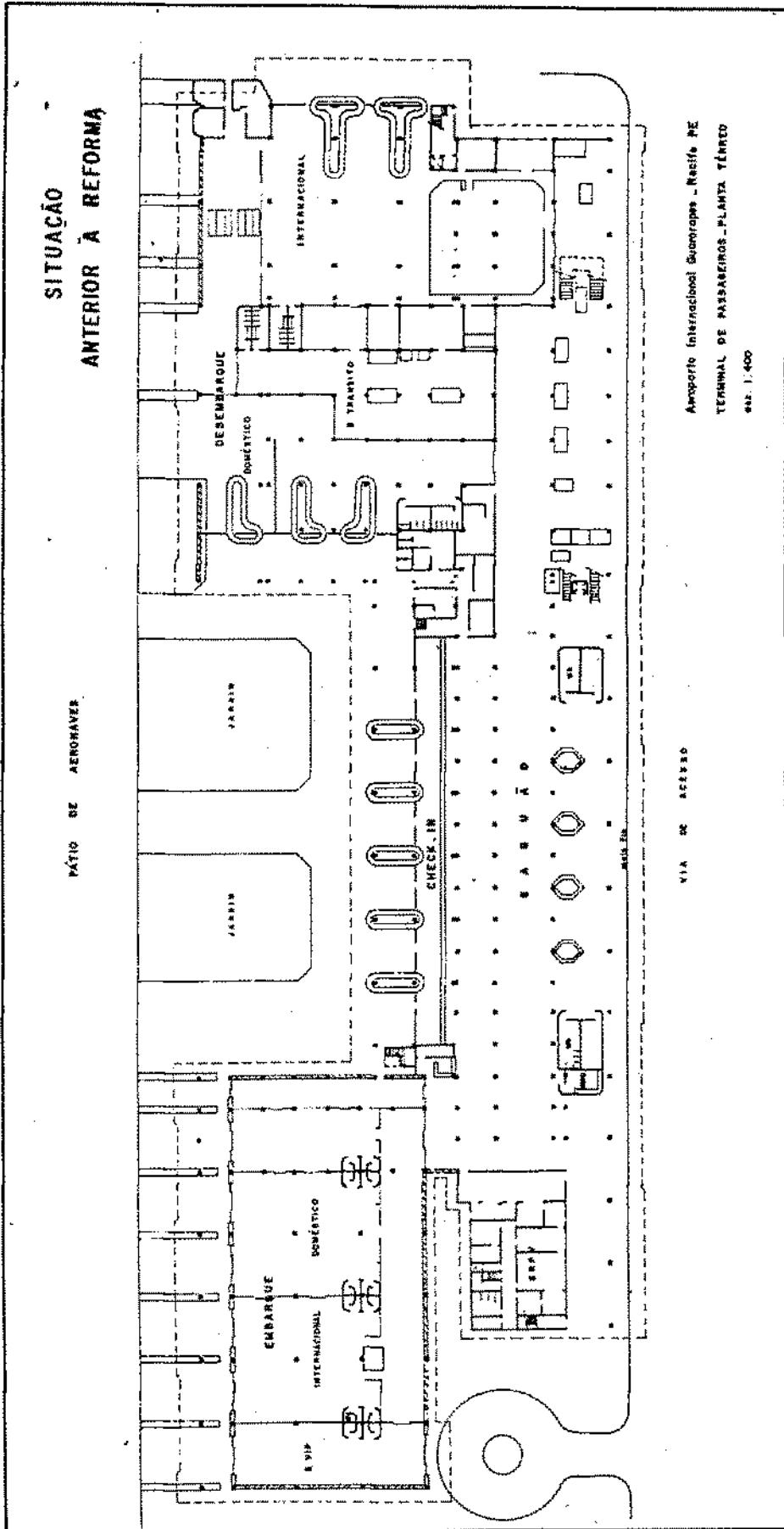
A - III . 4

AEROPORTO INT. DOS GUARARAPES - RECIFE

PLANTA GERAL

Esc. 1:10.000

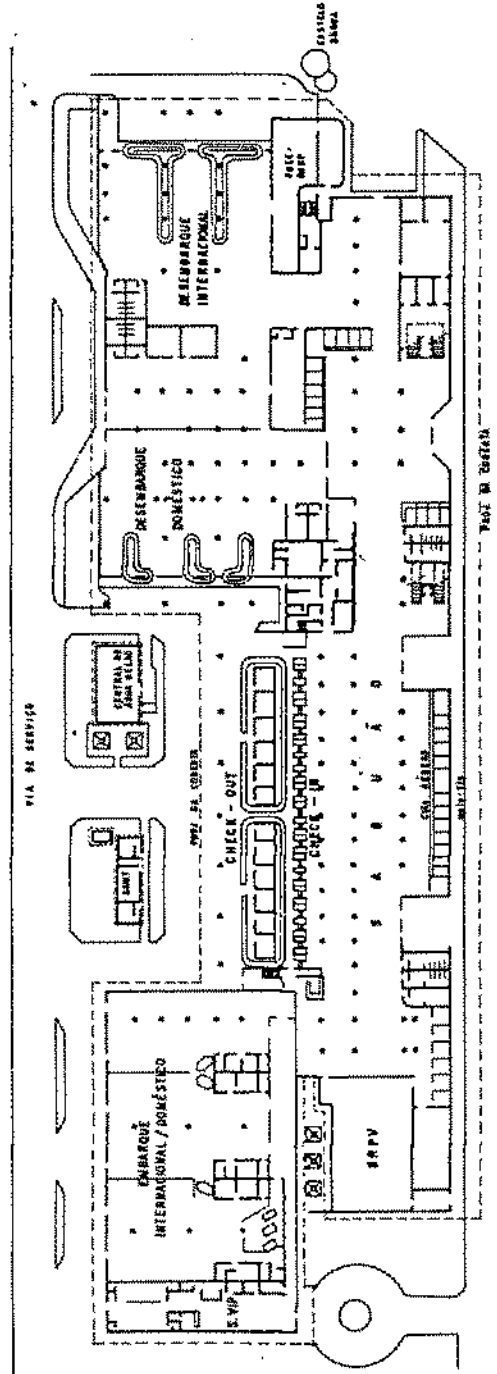
ANEXO III. 4



ANEXO III. 5

SITUAÇÃO ATUAL

PÁTIO DE AERONAVES

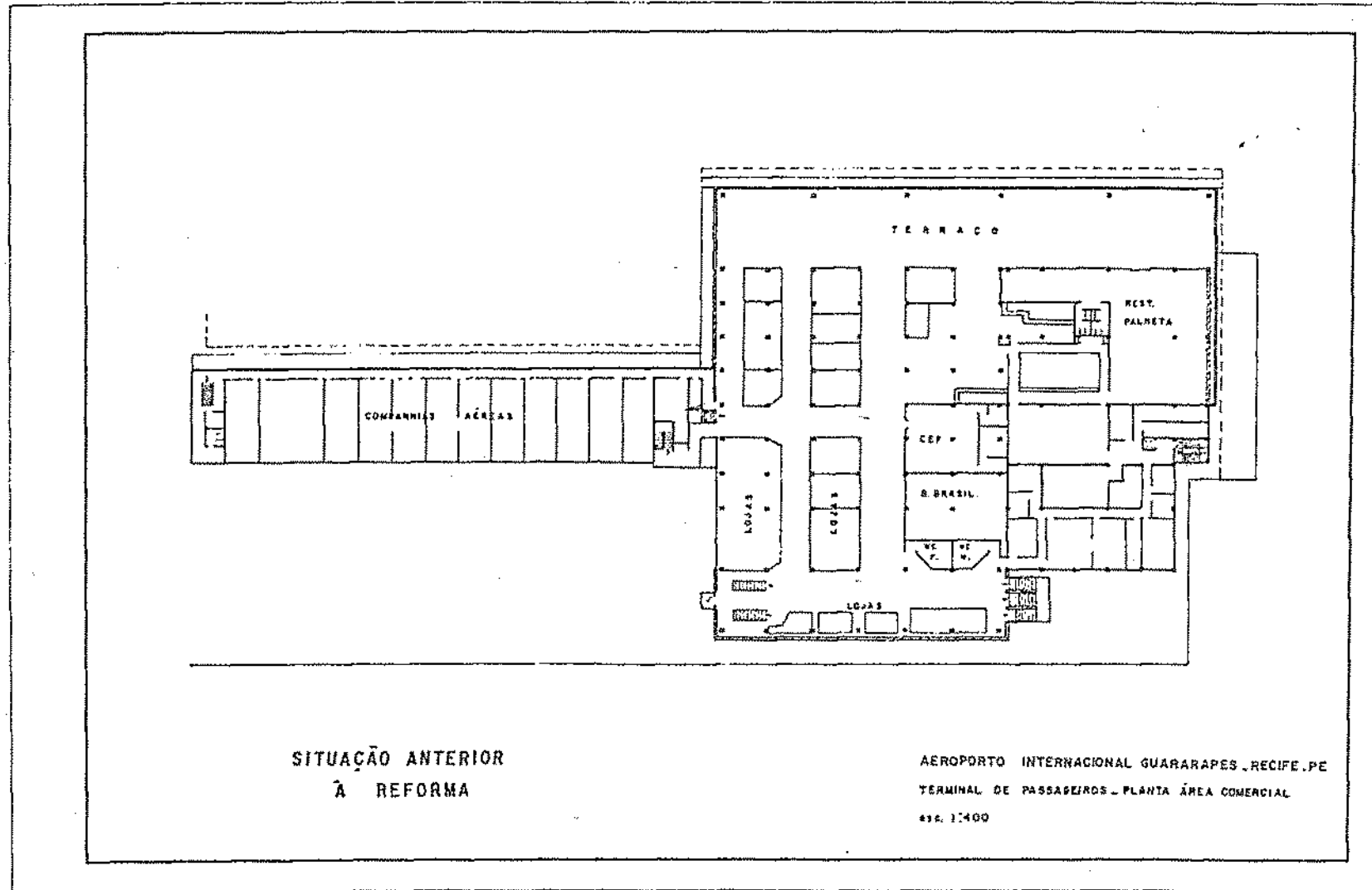


VIA DE ACESSO

Aeroporto Internacional Simões Dias DE
TERMINAL DE PASSAGEIROS — PLANTA TÉRREO
ESCALA ≈ 1:500

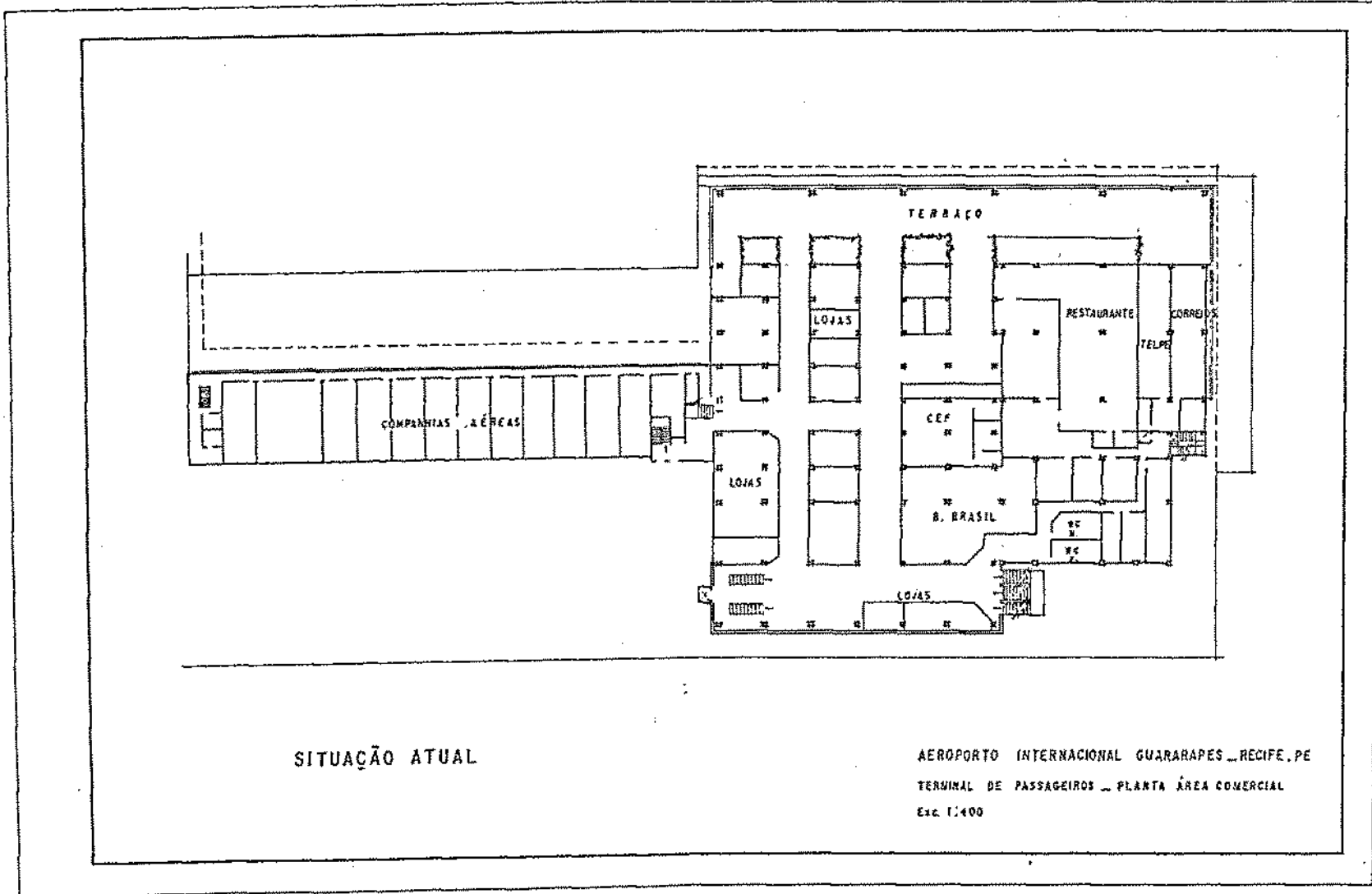
ANEXO III. 6

A-III.7



ANEXO III. 7

A - III. 8

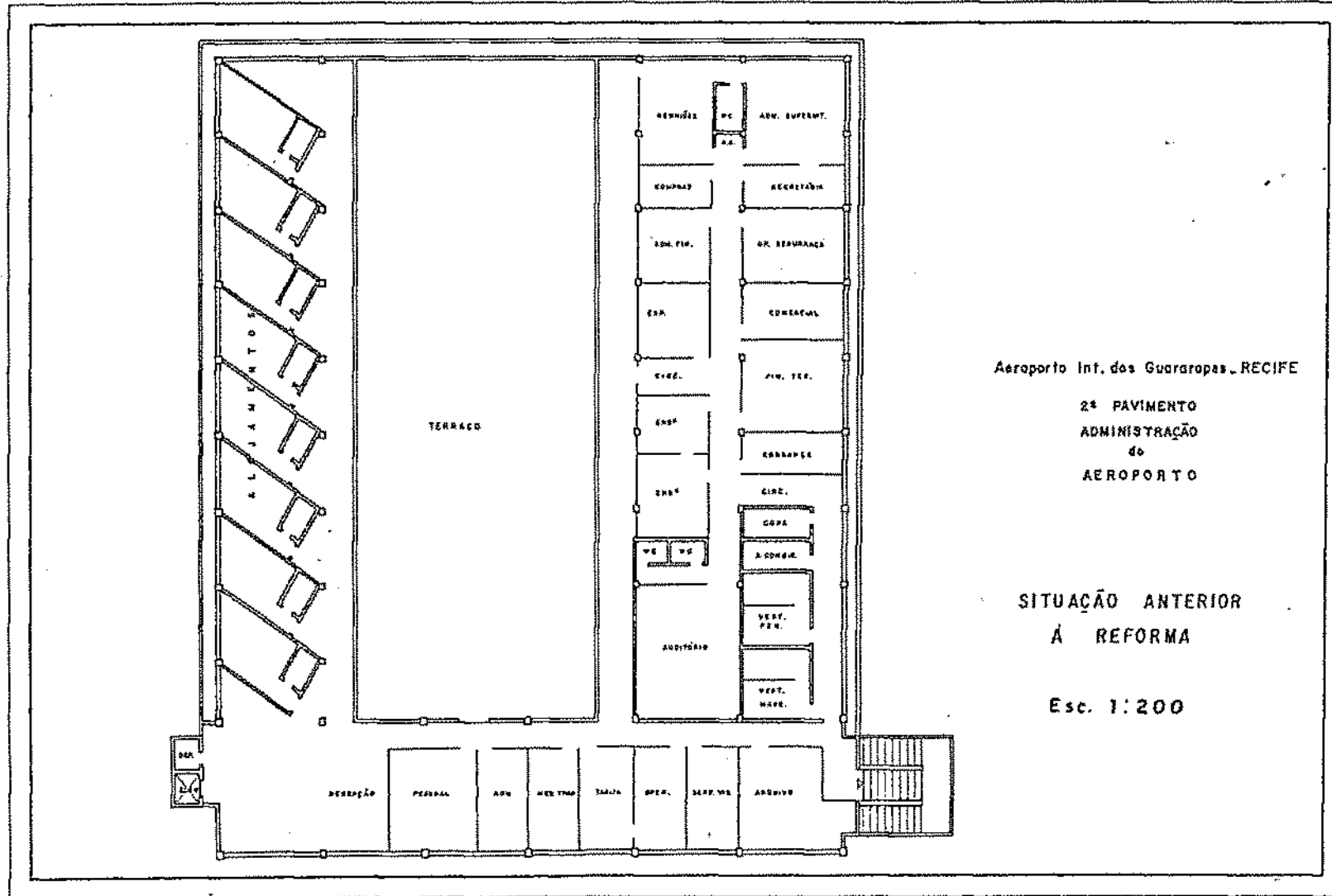


SITUAÇÃO ATUAL

AEROPORTO INTERNACIONAL GUARARAPES - RECIFE, PE
TERMINAL DE PASSAGEIROS - PLANTA ÁREA COMERCIAL
Esc. 1:400

ANEXO III. 8

A - III. 9



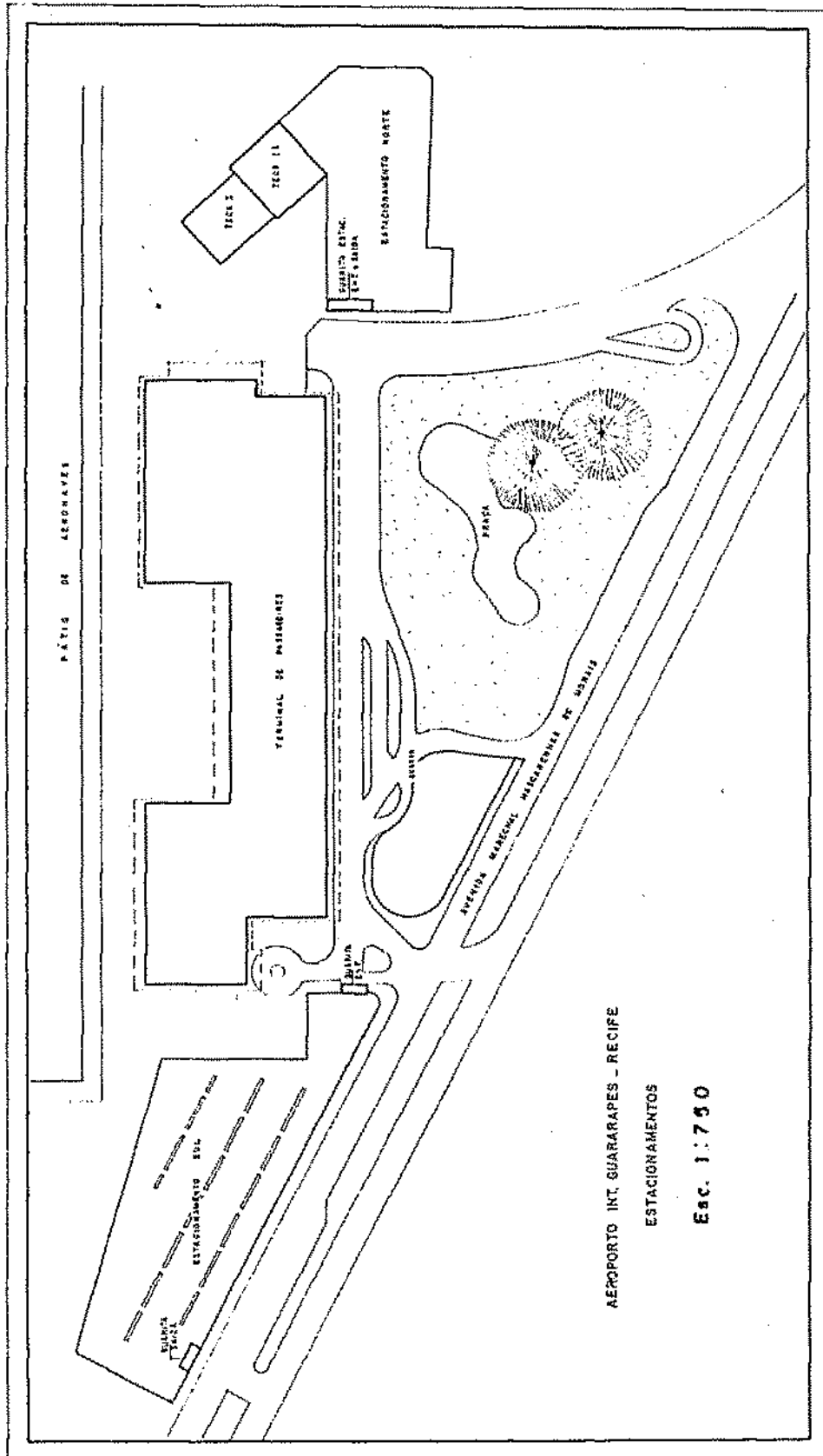
Aeroporto Int. dos Guararapes, RECIFE

2º PAVIMENTO
ADMINISTRAÇÃO
do
AEROPORTO

SITUAÇÃO ANTERIOR
À REFORMA

Esc. 1:200

ANEXO III. 10



AEROPORTO INT. GUARARAPES - RECIFE
ESTACIONAMENTOS
Esc. 1:750

A N E X O I V

DADOS UTILIZADOS NESTE TRABALHO

Neste anexo estão apresentados os dados correspondentes as diversas variáveis utilizadas na análise de regressão para formulação do modelo econométrico de demanda desenvolvido neste trabalho.

O primeiro ano da série histórica é o ano de 1977.

Apresenta-se também a sigla de identificação e seu significado para cada variável, além das fontes de onde foram extraídos os dados.

ANEXO IV.2

DADOS UTILIZADOS

ANO 1 - 1977

ANOS	CARDOREG	CARINREG	CARDORGN	CARNOREG	CARTOTAL
N	D7	D8	D9	D10	D11
1	10646496	2764562	5653	1500	13416711
2	12160199	2161009	409378	1450	14731386
3	15290580	1964064	358230	1470	17614344
4	15770913	1448047	72383	323403	17614746
5	17364563	755266	558192	11730	18689751
6	18455281	1305266	943412	350000	19740838
7	18306241	1408753	1320632	686512	21370138
8	19906993	1213187	1333452	627625	23081257
9	20480329	1224629	1339370	458993	23503321
10	23320338	1181647	1444786	480797	26427568
11	23457349	1307475	843847	178313	26326984
12	-	3713751	-	-	-

CARDOREG - Carga Doméstica Regular
 CARINREG - Carga Internacional Regular
 CARDORGN - Carga Doméstica Regional
 CARNOREG - Carga Não Regular
 CARTOTAL - Carga Total

FONTE: Departamento de Aviação Civil (DAC)

ANEXO IV.3

DADOS UTILIZADOS

ANO 1 - 1977

ANOS	ANVDDREG	ANVINREG	ANVDORGN	ANVNOREG	ANVDEVDD	ANVTOTAL
N	D16	D17	D18	D19	D20	D21
1	15954	1331	166	470	3505	21426
2	17282	1226	1477	397	4479	24861
3	17305	1292	1557	408	4226	24788
4	20127	1202	1600	365	4254	27548
5	20498	531	2294	286	4424	28033
6	20982	1747	1453	743	4655	24182
7	19652	2224	2562	1201	4886	30525
8	18532	2358	1592	1175	5727	29384
9	18353	1919	1745	1964	5358	29339
10	23171	1474	1307	2285	5418	33658
11	24084	1290	1023	2940	6008	35345
12	-	-	-	-	-	-

ANVDDREG - Aeronave Doméstica Regular
 ANVINREG - Aeronave Internacional Regular
 ANVDORGN - Aeronave Doméstica Regional
 ANVNOREG - Aeronave Não Regular
 ANVDEVDD - Aeronave Demais Vôos
 ANVTOTAL - Aeronave Total

FONTE: Departamento de Aviação Civil (DAC)

ANEXO IV.4

DADOS UTILIZADOS

ANO 1 - 1977

ANOS	ENERES (KWH)	ENECOM (KWH)	ENEIND (KWH)	ENETOT (KWH)	POPRENDA	POPNE
N	D22	D23	D24	D25	D26	D27
1	289266	229619	313650	976556	359084	33642000
2	322725	263273	420439	1144798	507580	34487900
3	342331	292439	360363	1144424	565010	35358300
4	339523	306996	358096	1173244	549063	35480300
5	347279	323636	338833	1173527	651819	36175800
6	363537	337767	332109	1206048	572691	36879600
7	389482	379868	354587	1378570	808923	37588200
8	367365	382325	648883	1578776	860743	38297900
9	398975	401067	607564	1596128	944403	39005200
10	456567	432817	566627	1646006	1158001	39763700
11	421170	389901	310488	1296816	1252691	40528000
12	432697	400328	-	1314970	1406835	41296200

ENERES - Energia Elétrica Residencial
 ENECOM - Energia Elétrica Comercial
 ENEIND - Energia Elétrica Industrial
 ENETOT - Energia Elétrica Total
 POPRENDA - População com Renda Superior a 5 Salários Mínimos
 POPNE - População da Região Nordeste

FONTE: Departamento de Aviação Civil (DAC)
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

ANEXO IV.5

DADOS UTILIZADOS

ANO 1 - 1977

ANOS	POPPE	POPPEC	PIBINDCE	HOTELPE	HOTRECOL
N	D28	D29	D30	D31	D32
1	5853400	1164400	83.8	56	36
2	5994700	1178200	92.5	59	33
3	6141000	1191700	97.1	59	33
4	6261100	1204738	100.0	54	30
5	6358000	1217200	95.6	54	30
6	6455200	1229900	103.4	50	27
7	6552400	1242600	95.9	57	32
8	6648600	1253900	105.1	65	39
9	6743500	1265250	112.8	77	44
10	6866400	1276750	129.0	85	48
11	6990300	1288500	129.7	92	54
12	7114600	1300450	138.2	100	-

POPPE - População do Estado de Pernambuco
 POPREC - População da Cidade do Recife
 PIBINDCE - Índice do Produto Interno Bruto
 HOTELPE - Hotéis do Estado de Pernambuco
 HOTRECOL - Hotéis das Cidades do Recife e Olinda

FONTES: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
 CONDEPE
 Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)
 Empresa Pernambucana de Turismo (EMPETUR)