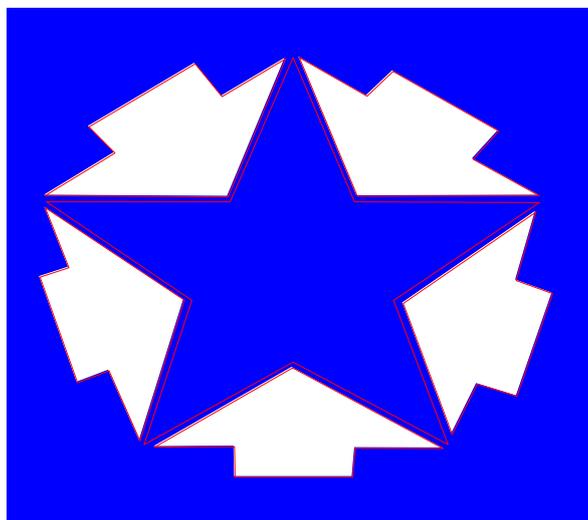




**GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ**  
**SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES**  
**DIRETORIA TÉCNICA DE TRANSPORTES**



**SETRAN**

**PROJETO EXECUTIVO DO**  
**AERÓDROMO DE SALINÓPOLIS**

**VOL. 1 – MEMORIAL DESCRITIVO**





<b>PROJETO</b>				
<b>PROJETO EXECUTIVO DO AERÓDROMO DE SALINÓPOLIS-PA</b>				
<b>TÍTULO</b>				<b>VOLUME</b>
<b>MEMORIAL DESCRITIVO</b>				<b>01</b>
<b>CONTRATADA</b>				
<b>Nº DE PÁGINAS</b>	<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO/ Nº DO CREA</b>	<b>ASSINATURA</b>		
1 a 48	ENG SERGIO ANTÔNIO PIRES / 45.744-D RS			
48 páginas				
<b>MUNICÍPIO :</b>	<b>BELÉM</b>	<b>UF</b>	<b>PA</b>	<b>DATA</b> 26 NOV 2012
				<b>DIGITAÇÃO</b> PIRES
	<b>NOME</b>	<b>ASSINATURA</b>		<b>DATA</b>
<b>VERIFICAÇÃO</b>				
<b>APROVAÇÃO</b>				
<b>APROVAÇÃO</b>				
<b>ACOMPANHAMENTO</b>				
<b>REVISÃO Nº</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>VERIFICADO POR</b>	<b>APROVADO POR</b>	<b>DATA</b>

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 2
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## ÍNDICE

### VOLUME 01:

1. INTRODUÇÃO
2. INFORMAÇÕES BÁSICAS DO MUNICÍPIO
3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO
4. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS
5. PROJETO GEOMÉTRICO
6. PROJETO DE TERRAPLENAGEM
7. PROJETO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO
8. PROJETO DE DRENAGEM
9. PROJETO DE SINALIZAÇÃO
10. PROJETO DE SEGURANÇA
11. ANEXOS

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 3
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, desenvolvido pela CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA, contém os elementos básicos necessários para o desenvolvimento dos serviços de infra-estrutura aeroportuária que serão executados no aeródromo de Salinópolis, no estado do Pará.

O projeto executivo é constituído de seis volumes:

- *Volume 1 – Memorial Descritivo*
- *Volume 2 – Especificações Técnicas*
- *Volume 3 – Desenhos*
- *Volume 4 – Estudos Geotécnicos*
- *Volume 5 – Notas de Serviço*
- *Volume 6 – Plano de Controle Ambiental*

No Volume 1, Memorial Descritivo, estão listados todos os estudos, metodologias, métodos de cálculo, normas e recomendações, princípios e considerações adotados para a perfeita e correta elaboração dos projetos integrantes da infra-estrutura aeroportuária.

No Volume 2, Especificações Técnicas, estão descritos os serviços a serem executados na obra, bem como suas metodologias de execução, equipamentos utilizados e controle tecnológico, padrões, aceitabilidade, medição e pagamento, tudo em acordo com as normas do Comando da Aeronáutica e da ABNT. Contém, ainda, a Planilha de Quantitativos de Serviços, o Cronograma Físico e a Relação de Equipamentos Mínimos.

No Volume 3, Desenhos, estão incluídas todas as plantas com os desenhos técnicos do projeto, contendo dados altimétricos, planimétricos, dimensões e detalhes necessários à materialização do projeto.

No Volume 4, Notas de Serviço, estão as informações das cotas altimétricas necessárias ao acompanhamento, ao controle e à realização dos serviços de terraplenagem e pavimentação.

No Volume 5, Estudos Geotécnicos, estão apresentados todos os resultados dos ensaios geotécnicos realizados no subleito da pista de pouso, pista de rolamento, pátio de aeronaves e jazidas pesquisadas.

No Volume 6, Plano de Controle Ambiental, estão apresentados todos os estudos realizados, bem como as recomendações para manutenção e preservação do meio ambiente local.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 4
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 1. INTRODUÇÃO

O presente Memorial Descritivo apresenta as considerações e metodologias empregadas para a concepção e desenvolvimento do projeto executivo de ampliação e reforço dos pavimentos do aeródromo de Salinópolis - PA.

O planejamento aeroportuário, realizado neste trabalho, está baseado em documentos internacionais, através da adoção das recomendações e dos padrões estabelecidos pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI); em documentos nacionais, através das diretrizes do Comando da Aeronáutica, na legislação do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos e de Zoneamento de Ruído, assim como na legislação relativa à elaboração de projeto, construção, abertura ao tráfego, operação, manutenção e exploração de aeródromos. Os documentos estão abaixo relacionados:

- Brasil, Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. RBAC 154, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - PROJETO DE AERÓDROMOS
- Brasil, Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. RBAC 161, Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – PROJETO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO;
- Brasil, Departamento de Aviação Civil (DAC). “Instrução para Concessão e Autorização de Construção, Homologação, Registro, Operação, Manutenção e Exploração de Aeródromo Cívicos e Aeroportos Brasileiros”. Instrução do Ministério da Aeronáutica, IMA 58-10, 16 de Julho 90;
- Brasil, Diretoria de Engenharia da Aeronáutica. “Normas de Infra-estrutura”, Normas de serviço do Ministério da Aeronáutica, NSMA 85-2, Rio de Janeiro, 1979;
- OACI. Organização da Aviação Civil Internacional. “Manual de Projeto de Aeródromos”. DOC 9157, Partes 1 e 2, Montreal, Canadá, 1984;
- FAA, Federal Aviation Administration. “Airport Pavement Design and Evaluation”. Advisory Circular AC150-5320-6D. Change 3. 30 de Abril de 2004
- Brasil, Comando da Aeronáutica. Portaria 1.141/GM5 de 8 de dezembro de 1987;
- Boeing De Havilland. “ATR 42-100/300 - Airplane Characteristics for Airport Planning Manual”. ;
- Boeing 737 Airplane Characteristics for Airport Planning Manual <http://www.boeing.com/commercial/airports/737.htm>
- NBR 6831, NBR 8169, NBR 8348, NBR 8349, NBR 12970, e demais Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 5
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROJETO

Segundo recomendações constantes do Termo de Referência de Projeto e demais orientações da SETRAN, durante o desenvolvimento do projeto, o trabalho foi desenvolvido considerando os seguintes requisitos:

- *Ampliação e revestimento asfáltico da pista de pouso e decolagem;*
- *Nova implantação da pista de rolamento;*
- *Ampliação e revestimento asfáltico do pátio de estacionamento de aeronaves;*
- *Sistema de drenagem de águas pluviais;*
- *Sinalização horizontal; e*
- *Sinalização luminosa.*

As características geométricas finais do aeródromo são:

- *Pista de Pouso: 1.500 x 30 m*
- *Pista de Rolamento: 80 x 18 m; e*
- *Pátio de estacionamento de aeronaves: 100 x 125 m.*

### 1.1.1 Comprimento Básico de Pista

Para comprimento real de 1.500m, considerando os fatores de correção para as condições de atmosfera padrão e gradiente de pista nulo e, ainda, as informações do aeródromo listadas abaixo, o comprimento básico de pista do aeródromo em questão é de **1.198,4 m**. Ou seja, **categoria 2C**.

- *Elevação do aeródromo em relação ao nível médio do mar: 27m*
- *Temperatura de referência do aeródromo: 35,4 °C*  
*(Média mensal das máximas diárias para o mês mais quente do ano, ou seja, o mês de maior média mensal das médias diárias)*
- *Declividade efetiva da pista: 0,329%*  
*(Divisão da diferença entre a cota máxima e a cota mínima pelo comprimento da pista)*

### 1.1.2 Aeronave de Projeto

O aeródromo de Salinópolis foi projetado considerando uma aeronave de categoria 2C, relativa ao código de pista da aeronave ATR 42-300.

A Figura 1, a seguir, ilustra a aeronave de projeto, cujas dimensões são: 24,57m de envergadura e 22,65m de comprimento. Diversas empresas de aviação regional operam essa aeronave no Brasil.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 6
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



O comprimento básico de pista mínimo para operação do ATR 42 é, segundo a ICAO, igual a 1.040 m, que se refere às condições de atmosfera padrão, com temperatura de referência de 15°C, ao nível do mar, gradiente de pista e ventos nulos.

A previsão do PAEPA de utilização de uma aeronave de grande porte tipo Boeing 737 não é possível de ser executada em função da área patrimonial atualmente disponível, porém, para efeitos de dimensionamento do pavimento adotamos o peso máximo de decolagem do modelo B 737/300 que é de 140.000 lb. para que num futuro próximo, com ampliação da área patrimonial, a pista poderá ser ampliada e a resistência já estará atendida.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 7
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01

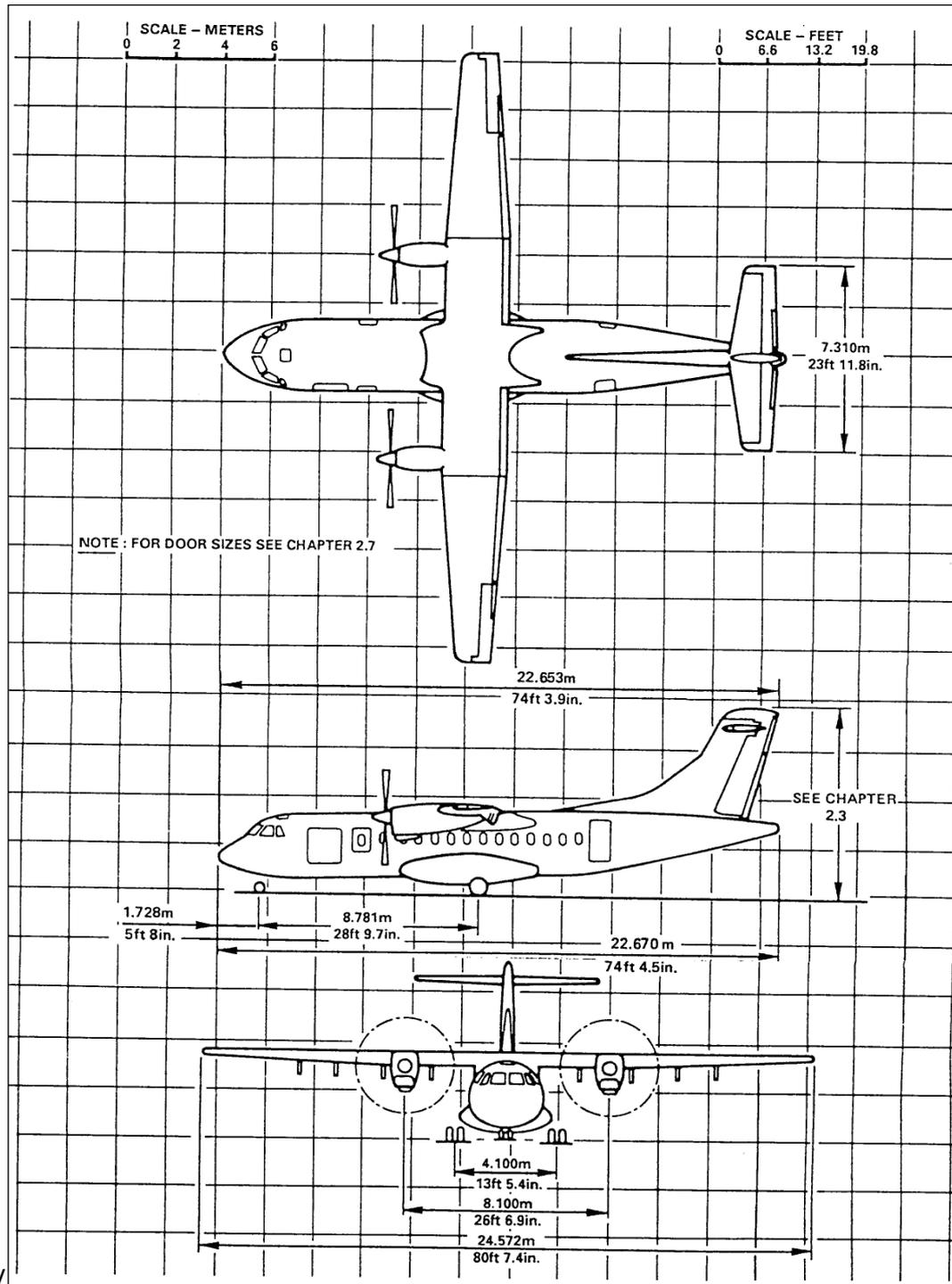
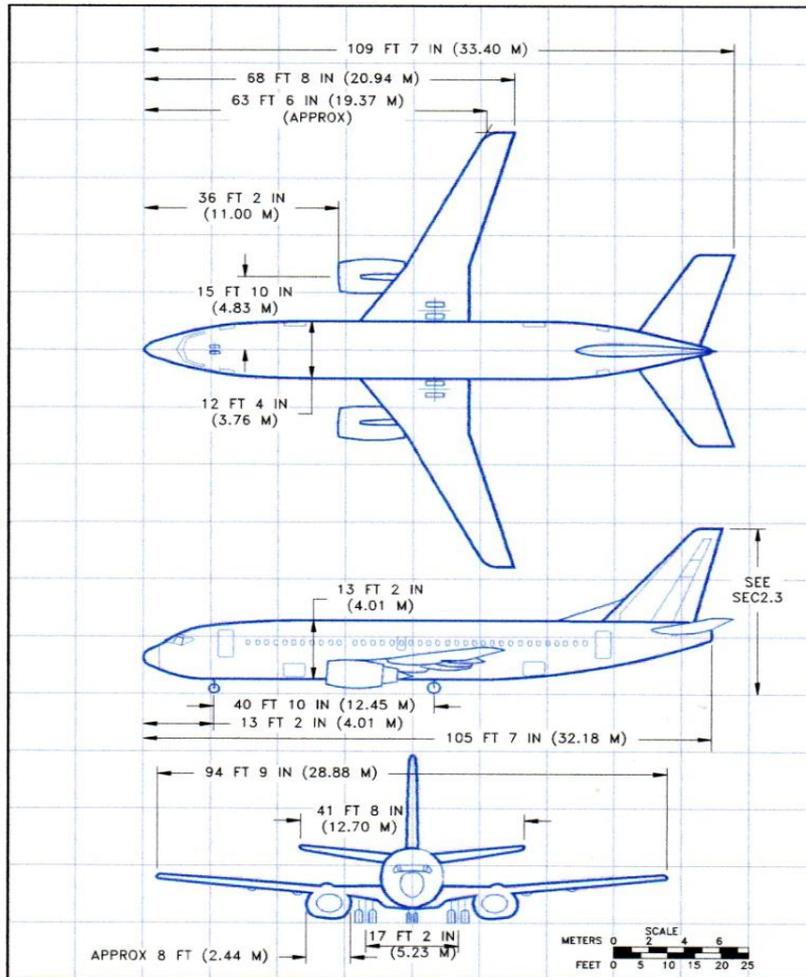


Figura 1. Aeronave ATR 42-300

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 8
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



**2.2.3 GENERAL DIMENSIONS**  
MODEL 737-300

30 JULY 2007

D6-58325-6

Figura 2 – BOEING 737/300

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 9
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 1.2 DADOS DO AERÓDROMO

Segundo consta no ROTAER (3ª ed., 04/nov/99), os dados do aeródromo de Salinópolis são os seguintes:

***SALINÓPOLIS / Salinópolis, PA SNSM 00 41 49S/047 20 16W PUB UTC-3 27(88)***

Aeródromo público, código SNSM, coordenadas 00°41'49"S, 47°20'16"W,  
fuso horário 3h a menos de Greenwich, altitude de 27m ou 88ft

***09 – (1000 x 25 ASPH 5700Kg/0.50MPa) – 27***

Orientação 09/27, comprimento 1000m, largura 25m, revestimento asfáltico, capacidade de suporte igual a 0,5 MPa

***RDONAV – NDB (1) BL 315 00 36.92S/047 21.43W***

Radionavegação – equipamento NDB

***RMK – (1) OPR MAR***

Observação – operação ao nível do mar

## 2. INFORMAÇÕES BÁSICAS DO MUNICÍPIO

### 2.1 LOCALIZAÇÃO

O município de Salinópolis, localiza-se no nordeste do estado do Pará, mais precisamente à latitude 00°37'44" sul e à longitude 47°21'21" oeste.

Está a uma altitude média de 21 metros e dista cerca de 220 km de Belém, capital do estado, através das rodovias BR-316 e PA-124.

O município é limitado ao norte pelo Oceano Atlântico e faz limite com os municípios de Maracanã (Sul e Oeste) e São João de Pirabas (Sul e Leste).

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 10
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01

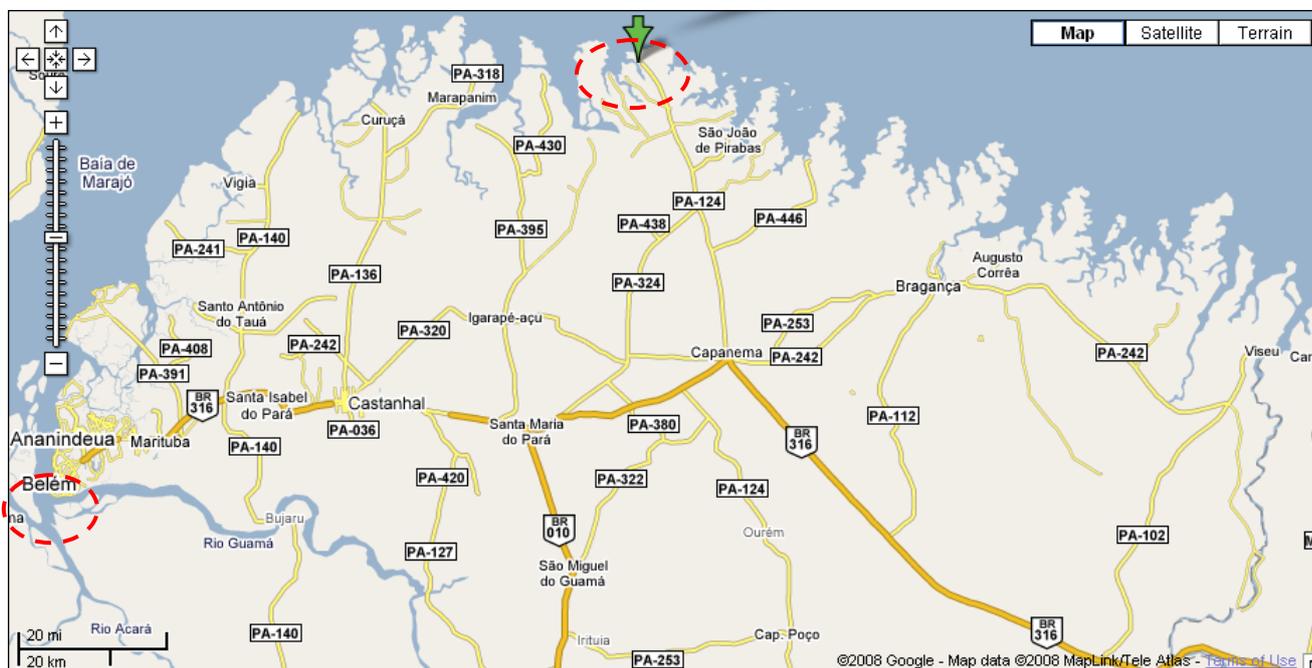


Figura 3. Localização do município

## 2.2 PEDOLOGIA

As informações sobre os solos que correspondem à área do município indicam a ocorrência de latossolo amarelo de textura média e laterítico concrecionado nas áreas de baixos platôs, enquanto que no litoral há presença marcante de solos indiscriminados de mangues.

## 2.3 CLIMA

O clima da região é o equatorial quente e úmido. O Município apresenta o clima Aw, segundo a classificação de Köppen, de reduzida amplitude térmica, com índice pluviométrico anual de cerca de 2.100 mm, sendo que 90% dessa pluviosidade se distribui nos seis primeiros meses do ano.

Seu balanço hídrico, pela classificação de Thornwaite, corresponde ao clima B2 S'A a", ou seja, úmido, com moderada deficiência no verão, megatérmico, com evapotranspiração potencial de 1.579 mm, superior à evapotranspiração real. Apresenta, assim, excedente hídrico anual entre fevereiro e junho e deficiência hídrica de 523 mm, entre agosto e dezembro.

## 2.4 VEGETAÇÃO

A vegetação recobre terrenos de terras firmes e várzeas. Na terra firme, forte ação do homem implantando cultivos de subsistência migratórios, alterou a vegetação original, dando ensejo à ocorrência de florestas secundárias, onde se verifica uma grande intensidade de palmeiras, principalmente das espécies

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 11
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Maximiliano regia e Orbygna oleífera (Inajá e Babaçú, respectivamente). A floresta primitiva, ainda remanescente em pequenos tratos isolados, corresponde ao tipo geral das florestas tropicais úmidas, e ao subtipo floresta densa dos baixos platôs Pará-Maranhão.

Nas áreas sujeitas a inundações, predominam os manguezais, com suas espécies características (Rhyzophora e Aviscennia nitida), devido à influência salina da água do mar. Ao longo do litoral, também é possível detectar a presença de pequenas áreas de vegetação de dunas restingas. Ao longo dos altos cursos d'água e pequenos igarapés, onde não ocorre a influência salina, ainda é possível encontrar as matas ciliares com elevada presença de palmeiras, dentre as quais se destaca o buriti ou miriti (*Mauritia* ssp.).

## 2.5 GEOLOGIA E RELEVO

O Município tem sua maior cota a poucos metros do nível do mar, dada a sua simplicidade topográfica, cuja média está em torno de 15 metros.

A estrutura geológica do Município é constituída pelos sedimentos do Terciário que constituem a Formação Barreiras, ocupando a maior distribuição espacial de seu território, e que fazem sobre litotipos da Formação Pirabas, ainda dentro do mesmo período de tempo, cujas datações fossilíferas que lhe posicionam no Mioceno Inferior. É a Formação Pirabas, uma unidade carbonática, disseminada em alguns trechos litorâneos no Estado do Pará, Maranhão e Piauí, de grande importância econômica da industrialização de cimento.

Ao longo da costa do Município, predominam sedimentos de idade Quaternária que compõem as áreas de praias e zonas inundáveis. Suas formas de relevo são representadas pelas planícies litorâneas, e planície flúvio-marinhas, nas áreas do Quaternário e trechos tabuliformes nas regiões do Terciário Barreiras. Nas planícies litorâneas, aparecem formas específicas, como as praias, dunas e falésias, essas últimas esculpidas sobre rochas de Formação Barreiras, que se prolongam para o interior do Município.

No contexto regional, seus relevos estão inseridos nas unidades morfoestruturais definidos como Planalto Rebaixado da Amazônia (Zona Bragantina) e litoral de "Rias" e Lençóis Maranhenses.

## 2.6 HIDROGRAFIA

O Município apresenta rios não muitos extensos, porém, muito sinuosos, que têm sua foz nas baías que se abrem para o atlântico. O maior é o rio Maracanã, que separa a sudoeste, Salinópolis do Município de Maracanã. Na sua margem direita, recebe os igarapés São Bento e de Raposa e segue então para noroeste e norte.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 12
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Existem três rios de cursos paralelos, que vertem para a baía do Urindeua, no sentido sudeste/noroeste. São os rios Urindeua, o mais largo; seu afluente, o rio Arapiranga, que limita a Leste com São João de Pirabas e o Muiramuípy. O rio destacado separa a ilha do Atalaia da sede do Município, desaguando no Oceano Atlântico.

Na direção sudoeste para noroeste, afluem os rios Sampaio e Arapépó vertendo para a baía de mesmo nome, separando Salinópolis de São João de Pirabas a leste.

A presença de baías, que se abrem para o Atlântico, faz parte da paisagem regional da área do litoral paraense, desde Curuçá até o litoral maranhense. Destacam-se essas, com áreas de penetração de mangue, o que se deve à entrada da água salgada na foz desses rios.

## 2.7 DADOS SÓCIOS-ECONÔMICOS

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município possui uma população de 37.066 habitantes (ano 2007) e ocupa uma área territorial de 218 km<sup>2</sup>, o que corresponde a uma densidade demográfica de aproximadamente 170 habitantes/km<sup>2</sup>.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do município, medido em 2000 pela Organização das Nações Unidas, é igual a 0,740.

O produto interno bruto (PIB) do município em 2005, registrado pelo IBGE, foi de aproximadamente R\$ 104 milhões e, conforme pode ser observado na Figura a seguir, sua economia gira em torno do setor de serviços (destaque para o turismo).

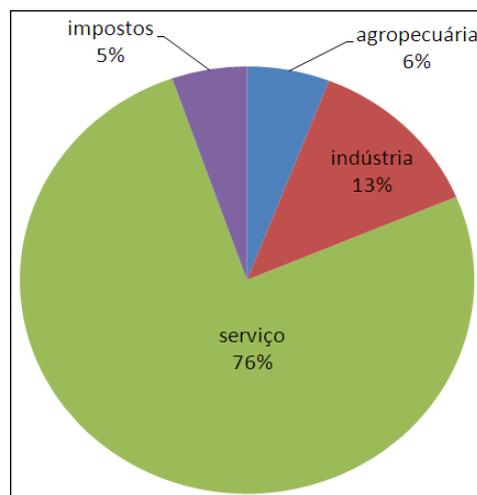


Figura 4. Composição do PIB

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 13
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



### 3. LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Os serviços topográficos executados no Aeródromo de Salinópolis/PA foram executados por equipe de topografia contratada, nos períodos de 26/fev a 10/mar/08 e de 17 a 19/abr/08. Constataram de levantamento planialtimétrico, utilizando-se o processo trigonométrico para obtenção dos detalhes planimétricos e do nivelamento geométrico das seções transversais.

Para efeito deste projeto, seguiu-se o estaqueamento proposto na planta originalmente cedida pela SETRAN-PA, onde a pista é estaqueada a partir da CAB-27 (estaca 00) em direção à CAB-09. Conseqüentemente, os lados direito e esquerdo da pista são considerados a partir deste sentido CAB 27 – CAB 09. Como referências principais, citam-se o presídio no lado direito e o lago no lado esquerdo da pista.

#### 3.1 MARCOS E OBSTÁCULOS

Inicialmente, foi feito o reconhecimento da área a ser levantada onde foram observados os seguintes aspectos:

- Não existem marcos e cercas que definem a área patrimonial do aeroporto. Caminhando ao longo da área, identificou-se tão somente uma cerca na entrada do aeroporto com 235,51 m de comprimento, uma linha de mourões adjacente ao bordo direito da pista de pouso de 280,00 m de comprimento e outra linha de mourões contornando o pátio de estacionamento de aeronaves com perímetro de 190,00 metros.
- A drenagem do aeródromo é bastante precária. Identificou-se um bueiro próximo à E-03 (60 metros antes da CAB-27) onde existe uma pequena caixa de 1,30 x 1,00 x 1,93 m que coleta toda a água proveniente do pátio e pista de rolamento e lança para o lado oposto da pista de pouso em uma depressão oriunda da erosão, seguindo por uma vala natural desaguando nas proximidades do muro do presídio de Salinópolis. No prolongamento da pista as águas escoam lateralmente para ambos os lados onde são observados pontos de saída no lado direito da pista de pouso próximo à E15 (onde existia um bueiro que lançava as águas do lago para o lado oposto da pista). Outro ponto baixo localiza-se na direção da E44 no lado esquerdo da pista. Com relação ao acúmulo de água no lado esquerdo da pista (lago), informações locais registram que no período das cheias o extravasamento se dá próximo ao bordo esquerdo da pista e as águas correm para o ponto baixo próximo à E44. Durante o levantamento realizado entre os dias 17 e 19 de abril, observou-se o quase extravasamento, estando o lago em cota bastante elevada.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 14
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- A configuração atual da pista de pouso é de 999,56 X 25,00 m (E00 a E49+19,58), o *Stopway-27* (E-09+11,06 até E00) tem dimensões de 168,94 x 25,00 m e a faixa de ampliação é 692,53 m (E49+19,58 até E84+12,12).
- Foram observados estreitamentos na largura da pista entre as estacas E09+10 e E24.
- Na análise da pista de rolamento e pátio constatou-se que o pavimento da pista de rolamento está bastante danificado pela erosão, onde se perdeu a definição dos limites laterais (bordos). O pátio encontra-se em razoável estado, porém nota-se um avanço da vegetação rasteira nos bordos do mesmo. Existem no pátio três ilhas de concreto (4,00 x 4,00 m) estando as mesmas 4 cm acima do nível do pátio, apresentando diversas trincas.
- Observou-se a existência de vários arbustos de aproximadamente 6,0 m de altura ao longo da faixa de pista bem como alguns trechos de erosão.
- No prolongamento da pista de pouso, a aproximadamente 250 m da E84+12,12, existem árvores de grande porte. Mais à direita, cerca de 1.800 m de distância, identifica-se uma antena da telefonia celular.
- Foram identificadas cinco áreas de terceiros ao longo da pista de pouso e, segundo informações dos proprietários, não houve indenização por parte do Governo do Estado. Segundo informações da SETRAN, o assunto já está sendo administrado pelo Setor Jurídico competente do Governo do Estado do Pará.

Após o reconhecimento da área, procedeu-se uma visita à Prefeitura local a fim de coletar mais informações sobre a área patrimonial do aeródromo, bem como demais documentações pertinentes. Nesta visita não foi obtido nenhum resultado positivo, pois a Prefeitura local não possui nos seus arquivos nenhuma documentação referente ao aeródromo em pauta.

Mediante análise das plantas da SETRAN-PA, deu-se início ao levantamento topográfico. Tendo em vista não ter sido localizado marcos do IBGE ou de qualquer outro órgão de cartografia, foram implantados um referencial arbitrário tomando como base a E00 no eixo da pista, a partir da CAB27 e, nesta foram arbitradas as coordenadas E= 10.000,00 m, N= 10.000,00 m e COTA= 40,000 m.

Após cinco séries definiu-se o azimute magnético médio de 269°02'57" para a CAB09 (E49+19,58). Os equipamentos utilizados para a realização dos serviços foram a Estação Total Leica TC307 o Nível Zeiss NI 30.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 15
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Foram implantados os seguintes marcos de apoio:

- M 01: E= 10252,243 m      N= 9972,480 m      COTA= 42,760 m
- M 02: E= 10124,781 m      N= 9961,214 m      COTA= 40,872 m
- M 03: E= 10038,976 m      N= 9884,284 m      COTA= 40,737 m
- M 04: E= 10000,570 m      N= 10049,556 m      COTA= 39,860 m
- M 05: E= 10032,456 m      N= 10115,473 m      COTA= 39,488 m
- M 06: E= 10233,986 m      N= 9890,960 m      COTA= 42,001 m

No levantamento topográfico utilizou-se o método trigonométrico para o nivelamento das áreas adjacentes à pista de pouso (faixa de pista), pista de rolamento e pátio e método geométrico para o nivelamento da pista de pouso. No nivelamento geométrico foram niveladas 7 (sete) linhas ao longo da pista de pouso (bordo esquerdo, 10m esquerda, 5m esquerda, eixo, 5m direita, 10m direita, bordo direito).

### 3.2 SITUAÇÃO CADASTRAL

Foram levantadas e plotadas quatro áreas de propriedades particulares, não necessariamente regulares (Sr. Arlindo Gesta de Barros, Sr. Pedro Paulo Santa Brígida, Sra. Paulina Sarmiento Nunes e Sr. Aristeu Roberto Costa Damasceno). Existe, ainda, outra área, adjacente a do Sr. Aristeu Roberto Costa Damasceno de propriedade do Sr. Ribamar Freitas Filho que não foi plotada, pois os marcos do limite não foram localizados. Foi feito contato com Sr. Ribamar, mas o mesmo não se encontrava na cidade por ocasião dos levantamentos. Verificou-se também a existência de uma superposição de área do Sr. Aristeu Roberto Costa Damasceno sobre a área da Senhora Paulina Sarmiento Nunes.

Em relação à documentação das áreas dos ocupantes supracitados foram conseguidas as seguintes cópias:

- Arlindo Gesta de Barros (memorial descritivo e planta elaborada em 20-03-2001, área de 22,8091 ha).
- Pedro Paulo Santa Brígida (Título definitivo nº. 007, talonário 1-A, cadastro nº. 001361 de 16-08-1982, área de 29,8256 ha).
- Paulina Sarmiento Nunes (Título definitivo nº. 02441, talonário 26-A, cadastro nº. S47015-104-4640, área de 21,4056 ha).

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 16
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- Aristeu Roberto Costa Damasceno (certidão nº. 1-4488, fl. 144, livro 2K, área de 10,7159 ha).

Também foram investigados potenciais obstáculos à operação do aeródromo (antenas, árvores e postes). Tais elementos foram identificados e podem ser observados com dados na planta respectiva.

#### 4. ESTUDO GEOTÉCNICO

Os estudos geotécnicos tiveram por objetivo caracterizar os materiais constituintes do subleito, definindo suas condições geotécnicas e, ainda, identificar, classificar e quantificar as jazidas dos materiais existentes próximo ao local e que possam servir de insumos à materialização do projeto.

Para tanto, as amostras dos materiais foram coletadas e submetidas aos ensaios de laboratório, os quais permitiram identificar as diversas características físicas e, ainda, avaliar o desempenho quando submetidos às simulações das solicitações de projeto.

##### 4.1 RECONHECIMENTO PRELIMINAR

Notou-se um revestimento asfáltico muito desgastado, notadamente um tratamento superficial simples (areia fina) cuja vida de serviço já foi exaurida. Contudo, a base de solo laterítico aparenta estar em boas condições. Observou-se também que a pista de pouso exhibe a ocorrência de fissuras longitudinais e transversais ao longo de todo o revestimento. Aliado a isso, há incidências de buracos e poças, sobretudo no lado direito da pista de pouso.

Vale ressaltar que os buracos existentes colocam em risco o tráfego de aeronaves. Durante a execução do levantamento foi observado um fluxo considerável de veículos (Ônibus, Caminhões, Carros de passeio, motos e bicicletas) e pessoas sobre a pista, tornando ainda mais perigosos os procedimentos de pouso e decolagem.

Não foi identificado qualquer indício de comprometimento estrutural em toda a pista de pouso, mesmo que localizado. A camada de base existente está íntegra, os resultados de laboratório mostraram que o solo é de excelente qualidade, o perfil de sondagem mostra o mesmo tipo de solo laterítico até a profundidade de 1m e o nível do lençol freático não atinge o pavimento. Todos estes indícios caracterizam boa qualidade das camadas subjacentes do pavimento existente. A escarificação da base foi recomendada com o objetivo de garantir a aderência da nova camada de regularização geométrica.

Também foi verificada a existência de erosões em alguns trechos das laterais da pista, algumas já bem próximas do bordo da pista. Há, ainda, uma série de remendos executados sem rigor técnico, o que afeta a qualidade de rolamento da pista.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 17
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Quanto aos aspectos ligados à drenagem, nota-se a necessidade de implantação de um sistema de drenagem mais eficiente, pois o que existe no local é tão somente o aproveitamento de pontos mais baixos para o escoamento das águas pluviais e que não tem sido muito eficiente.

Ainda no que se refere à drenagem, próximo à E15 (lado esquerdo), há um grande acúmulo de água (lago artificial) formado pelas águas pluviais. Segundo informações dos moradores mais antigos do local, havia uma tubulação na transversal que esgotava a água do lago em direção ao lado direito da pista. A água, ao escoar para o outro lado da pista, seguia em direção à área de mangue.

Por falta de manutenção e/ou falha de execução o bueiro ficou obstruído e teve seu desempenho comprometido. Devido a essa interrupção da passagem da água, ocorreu uma grande erosão, que acabou partindo a pista na transversal. Por essa razão, essa tubulação foi retirada, sendo executado o reparo nesse ponto, todavia não foi recolocada nenhuma outra tubulação.

Caso haja a intenção de esgotar o lago formado, a opção mais viável talvez seja recolocar a tubulação no mesmo ponto, fazendo com que a água tenha seu fluxo direcionado para o mangue aproveitando-se as condições favoráveis do terreno e do meio-ambiente.

## 4.2 INVESTIGAÇÕES

Foram executados furos de sondagem ao longo de toda extensão das laterais da pista existente, com espaçamento de 200m entre os furos e 3m de profundidade. Por tratar-se de um projeto no qual a nova configuração da pista, táxi e pátio ficarão sobrepostos ao existente, optou-se por realizar as sondagens em maior espaçamento. Como o objetivo destas sondagens é caracterizar o perfil do subleito e os resultados mostraram uniformidade e homogeneidade do mesmo, inferimos que o objetivo foi atingido.

Sobre a pista, os furos foram executados com espaçamento também de 200m só que com profundidade de 1m. Todos os furos foram locados topograficamente. Em nenhum dos furos executados foi possível medir o nível d'água. Todos "furos secos".

Por fim, foram coletadas amostras do subleito existente e das jazidas encontradas para análise em laboratório. Destaca-se que as características do material do subleito são uniformes, variando tão somente na coloração, com tons de amarelos variantes.

### 4.2.1 JAZIDA DE ATERRO

Constatou-se que há diversas áreas para exploração de material para aterro.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 18
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Há dois morros, um do lado direito e outro do lado esquerdo pista, próximo à E38. A cubagem aproximada desta área é de aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup>. Esta deve ser a jazida preferencial para o material de sub-base.

Todas essas áreas estão identificadas em planta. Caso haja necessidade de maior volume para serviços extras não previstos até o momento, há ainda uma jazida em área particular, pertencente à Senhora Anita, com aproximadamente 60.000 m<sup>3</sup> nas proximidades do sítio. Para maiores informações os contatos são (91) 4144-3495 ou (91) 9699-2782.

#### 4.2.2 JAZIDA DE SOLO LATERÍTICO

No terreno pertencente ao Senhor Arlindo, área onde já houve retirada de laterita, ainda é possível extrair uma boa quantidade de laterita. Cubagem aproximada de 5.000 m<sup>3</sup>. Outra jazida foi localizada no terreno adjacente à área do Sr Arlindo. Esse terreno pertence ao Sr Valdemar, irmão do Sr Arlindo. Cubagem aproximada de 7.000 m<sup>3</sup>. Ambas as áreas estão locadas em planta. O preço do metro cúbico deverá ser combinado com os proprietários das terras. Contato através do telefone (91) 8171-8867.

No decorrer da obra que foi suspensa não houve exploração de laterita nas áreas acima que se encontram intactas.

Investigamos também uma outra área em local de mata secundária, na área adjacente ao aeródromo, pertencente ao Sr. Pedro Paulo. A cubagem feita no local indicou uma área de 200m x 200 m com profundidade média de 1,20 m, resultando num volume estimado de 48.000,00m<sup>3</sup>.

Como o volume de solo laterítico estimado para a base não ultrapassa os 20.000m<sup>3</sup> as jazidas citadas acima serão suficientes para a demanda.

Este projeto prevê a construção da camada de base com os materiais das jazidas do Sr Arlindo, conforme dados supracitados.

#### 4.2.3 JAZIDA DE AREIA

Foi encontrado um areal, na estrada de acesso ao aeroporto, seguindo por uma via vicinal, a cerca de 4 km da pista. O terreno pertence ao Sr Antero Maria de Barros. Cubagem aproximada de 50.000m<sup>3</sup> (R\$5,00/m<sup>3</sup>). Caso haja interesse o telefone de contato é (91) 9617-9978.

Há outro areal, também na estrada de acesso ao aeroporto, no caminho da Vila da Enseada, a aproximadamente 3,5 km da pista. Esta área pertence à Sra Anita. O local já sofreu intensa exploração e atualmente é retirada areia de forma manual. Para maiores informações os contatos são (91) 4144-3495 ou (91) 9699-2782.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 19
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



#### 4.2.4 PEDREIRA

Segundo informações locais, na região de Salinópolis não há pedreiras. No município de Tracuateua, que fica a cerca de 130 km, entre os municípios de Bragança e Capanema, há uma pedreira. Para maiores informações ligar para (91) 3423-3456 (Sr Valentim).

#### 4.2.5 JAZIDA DE SEIXO

Não há seixo na região de Salinópolis. Contudo, há um local de extração de seixo rolado no Município de Ourém, a aproximadamente 209 quilômetros de Salinópolis.

### 5. PROJETO GEOMÉTRICO

As dimensões utilizadas para a execução do projeto geométrico horizontal e vertical respeitam as recomendações da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). O projeto geométrico foi elaborado em conformidade com as normas e recomendações contidas no Anexo 14 – Aeródromos – da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), bem como as orientações constantes do Manual de Projeto de Aeródromos Partes 1 e 2.

Em função das características da aeronave de projeto, o código de referência da pista ficou estabelecido como 2C, a qual será homologada para operações visuais diurnas e noturnas. O comprimento básico da pista é 1.198,4 m e destina-se a operações de aeronaves com envergadura inferior a 36m.

Na elaboração do projeto geométrico foram considerados os seguintes aspectos:

- *Racionalização dos quantitativos dos materiais a serem empregados na execução dos serviços;*
- *Adoção de declividades e concordâncias que levem ao rolamento suave e seguro para o tráfego de aeronaves;*
- *Compatibilização do perfil geométrico da pista existente com a topografia da área destinada à ampliação da pista de pouso e a ampliação da pista de rolamento e do pátio de aeronaves.*

Os desenhos dos projetos Geométricos e de Terraplenagem, em conjunto com as notas de serviço apresentam, de forma detalhada, as declividades longitudinais e os detalhes de concordâncias entre os pavimentos existentes com os que serão construídos.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 20
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 5.1 PISTA DE POUSO

O projeto foi elaborado para que o comprimento real da pista seja de 1500m, com uma largura de 30m, com acostamentos e com áreas de giro nas cabeceiras 09 e 27, de forma a atender a operação de aeronaves de categoria 2C.

Os resultados do projeto da pista estão apresentados em plantas e nas notas de serviço de terraplenagem.

## 5.2 PISTA DE ROLAMENTO

Com a finalidade de atender aos requisitos da aeronave de projeto, a largura da pista de rolamento deve ser igual ou superior a 15m de largura. Em reunião com a Fiscalização da SETRAN, foi solicitado que a pista de rolamento seja executada com largura igual a 18m, visando facilitar futura elevação de categoria do aeródromo.

Os resultados do projeto da pista de rolamento estão apresentados em plantas e nas notas de serviço de terraplenagem.

## 5.3 PÁTIO DE ESTACIONAMENTO DE AERONAVES

Também após definição da SETRAN-PA (DTA), o pátio de estacionamento de aeronaves será construído nas dimensões de 100 x 125 m, de modo a atender o estacionamento da aeronave de projeto por meios próprios e, ainda, o estacionamento de aeronaves da aviação regional não regular. Os resultados do projeto do pátio de estacionamento de aeronaves estão apresentados em plantas e nas notas de serviço de terraplenagem.

Também por solicitação daquela Diretoria da SETRAN-PA, foi prevista a execução, no pátio, de duas ilhas de concreto para pouso de helicópteros.

## 6. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O projeto de terraplenagem foi executado a partir dos dados definidos no projeto geométrico e do levantamento planialtimétrico, de forma a minimizar os custos de terraplenagem, através da compatibilização dos volumes de corte e aterro.

Nas áreas de ampliação do pátio de aeronaves e implantação da pista de rolamento será necessária a remoção de uma camada vegetal de aproximadamente 20 cm, com adequado transporte à área de bota-fora.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 21
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



O projeto de terraplenagem está apresentado em forma de desenhos, com um plano cotado da superfície final acabada; seções transversais com os detalhes e cotas do topo do subleito e off-sets; e o perfil longitudinal do eixo da pista de pouso e decolagem. Além disso, a fim de facilitar a execução no campo, notas de serviço apresentam em forma de relatório os dados necessários à terraplenagem da ampliação do aeródromo de Salinópolis.

## 7. PROJETO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

O projeto de pavimentação para ampliação do aeródromo de Salinópolis/PA, foi elaborado observando-se as recomendações contidas na circular consultiva AC-150-5320/6D, de 30/06/96, da *Federal Aviation Administration – FAA* e obedecidas as recomendações contidas no Anexo 14 - Aeródromos e no Manual de Projeto de Aeródromos - Parte 3 (pavimentos), da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). Como já exposto anteriormente na folha 7 o dimensionamento do pavimento foi feito para a aeronave Boeing B 737/300 com 140.000 lb de peso máximo de decolagem.

As Especificações Técnicas, Notas de Serviço, juntamente com as Plantas constantes do presente projeto, apresentam o detalhamento completo dos quantitativos e dos serviços que serão realizados.

### 7.1 CONDIÇÃO DO PAVIMENTO

O aeródromo de Salinópolis/PA foi construído na década de 70 pela Comissão de Aeroportos da Região Amazônica (COMARA). O revestimento do pavimento do aeródromo é de tratamento superficial, com a presença de três ilhas de concreto cimento no pátio, para o estacionamento de aeronaves, as quais serão demolidas.

Conforme relatado no item 4.1 deste documento, a inspeção visual realizada no mês de março de 2008 revelou que não há comprometimento estrutural do pavimento da pista de pouso, porém o TSS não cobre mais a pista integralmente e, além disso, há vários pontos localizados com desgaste superficial acentuado e acúmulo de água (“panelas”) que necessitam de intervenção imediata.

Para recuperação da pista de pouso, a solução de projeto deve envolver os seguintes passos:

- **REGULARIZAÇÃO:** remoção dos restos da camada de tratamento superficial na espessura média de 3 cm, escarificação da superfície da pista de pouso existente (profundidade de 10 a 15 cm), complemento da base em solo laterítico (CBR > 80%, espessura 10 a 15 cm) para retificação do greide e seções transversais da pista de pouso, destorroamento, homogeneização e compactação, fins obter camada de base em solo laterítico (espessura média de 23 cm, CBR > 80%);

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 22
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- REVESTIMENTO ASFÁLTICO: revestimento asfáltico em CBUQ-Capa (10 cm), logo após imprimação, conforme detalhado nas Especificações Técnicas.

Tanto o pátio de aeronaves será ampliado, como a nova pista de rolamento e a nova área de giro serão construídas com a mesma estrutura do pavimento da pista de pouso após o reforço estrutural resumidamente descrito acima.

## 7.2 PAVIMENTO FLEXÍVEL

O dimensionamento dos pavimentos flexíveis da pista de pouso, pista de rolamento e do pátio de aeronaves foi realizado em conformidade com as recomendações da AC-150/5320-6D da FAA.

Para o dimensionamento foram considerados os seguintes parâmetros:

- *Aeronave de projeto: Boeig B 737/300 (rodas duplas);*
- *Peso máximo de decolagem: 140.000 lb (63.500 Kg); e*
- *Frequência: 1.200 operações anuais.*

As sondagens (ver planta de Estudo Geotécnico) mostram um perfil com presença de argila-arenosa até os 3m de profundidade, com CBR em torno de 80%. Não foi identificado outro solo nos perfis dos furos de sondagem.

- *CBR do Sub-leito: 20%*
- *CBR da Sub-base: 37% (máximo permitido no ábaco)*

Utilizando-se o ábaco de dimensionamento apresentado na figura 7.1, retirado da AC 150-5320-6D e, considerando os parâmetros de entrada, citados anteriormente, foram determinadas as espessuras das camadas do pavimento.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 23
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01

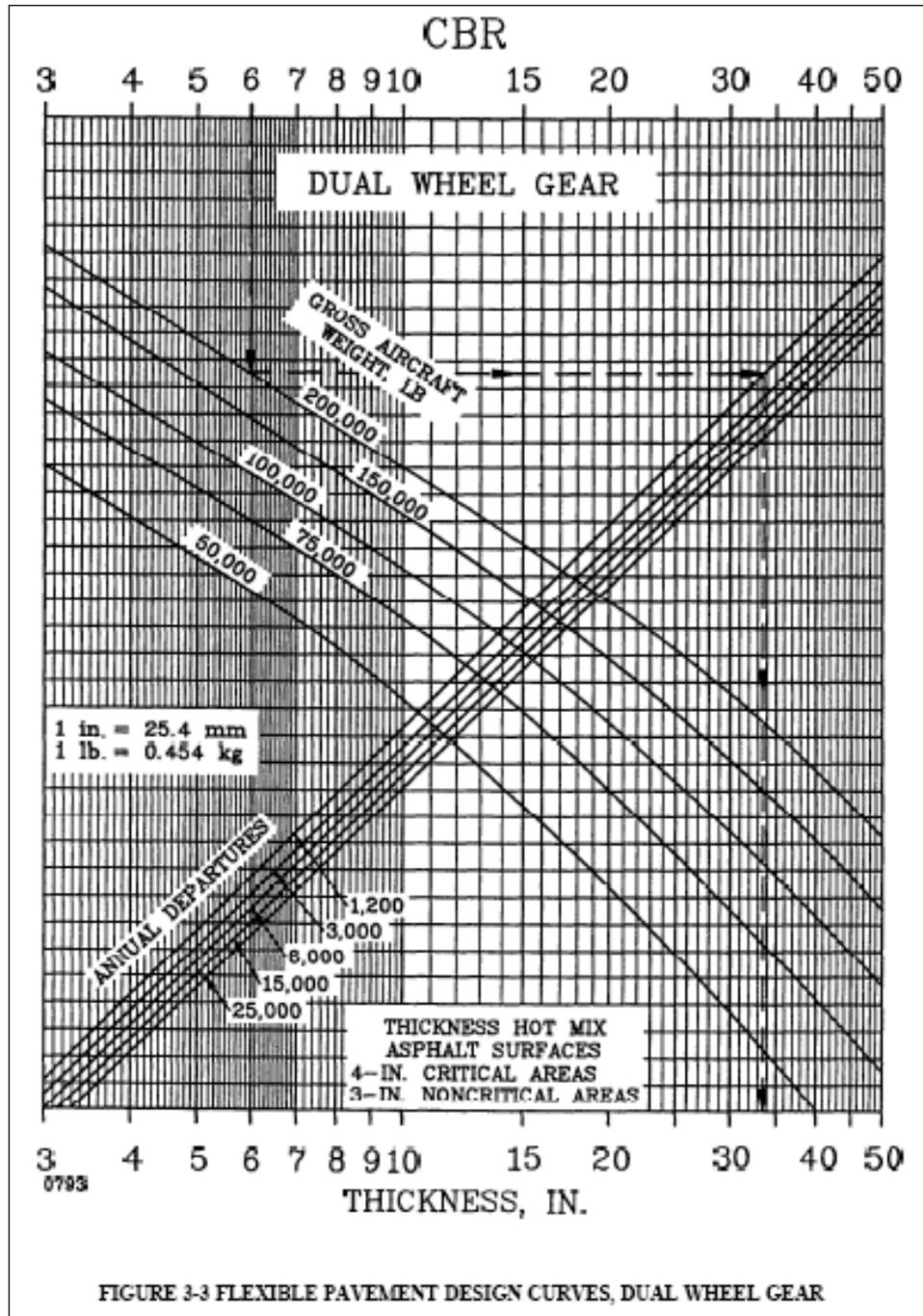


Figura 7.1– Ábaco de dimensionamento de pavimentos flexíveis para aeronaves de rodas duplas (AC-150-5320/6D)

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 24
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Considerando:

Do ábaco, obtém-se:

- Espessura Total = 32 cm
- Espessura do Revestimento = 10 cm
- Espessura da Base = 22 cm
- Espessura da Sub-Base = 0 cm (15 cm existente))

Outra consideração importante diz respeito à estrutura atual da pista de pouso existente, cujos perfis de sondagem mostram camada de base com espessura sempre superior aos 15 cm e camadas de sub-base e subleito praticamente homogêneas até os 3 m de profundidade (limite de sondagem).

Assim, considerando a estrutura obtida através do ábaco (VS = 20 anos), a perspectiva de aumento na categoria do aeródromo e a estrutura de pavimento da atual pista de pouso, define-se neste projeto a estrutura de pavimento representada abaixo.

<b>CBUQ – Capa</b>	<b>10 cm</b>
Base (CBR > 80%)	22 cm
Sub-base (CBR > 20%)	15 cm (existente)
<b>Subleito (CBR 20%)</b>	

Figura 7.2 Estrutura dos Pavimentos Flexíveis

O desenho do Projeto de Pavimentação apresenta os detalhes de espessuras das camadas e dimensões da estrutura dos pavimentos flexíveis do aeródromo de Salinópolis - PA.

A estrutura atual do pavimento da pista de pouso apresenta camadas compatíveis em natureza e espessura, com as exigências do dimensionamento acima. Desta forma, o revestimento asfáltico buscará adequar a estrutura à operação de aeronaves 2C, bem como realizar uma correção geométrica do greide e melhorar a condição de atrito e rolamento das aeronaves durante as operações no aeródromo.

### 7.3 PAVIMENTO RÍGIDO

O dimensionamento das placas de concreto de cimento Portland que constituem as duas ilhas para pouso de helicópteros, conforme solicitado pela SETRAN, foi realizado em conformidade com as recomendações da AC-150/5390-2B da FAA.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 25
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Segundo a referida norma, a estrutura de pavimento rígido, abaixo representada, é suficiente para suportar a operação de helicópteros com peso máximo de 20.000 libras, ou seja, aproximadamente nove toneladas.

<b>Placa de CCP (<math>fck_{28} &gt; 30\text{MPa}</math>)</b>	<b>15 cm</b>
Sub-Base (CBR > 80%)	20 cm
<b>Subleito (CBR 20%)</b>	

Figura 7.3 Estrutura das ilhas de concreto

## 7.4 DETERMINAÇÃO DO PCN

### 7.4.1 Determinação do número de classificação do pavimento (PCN)

O PCN é um número que expressa a capacidade de carga relativa de um pavimento em termos de uma roda simples equivalente. O sistema ACN-PCN é estruturado de forma que um pavimento possa suportar sem restrições uma aeronave que possua um ACN menor ou igual ao seu valor de PCN.

Para a determinação dos números de classificação dos pavimentos foi utilizado o método da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), descrito no Anexo 14, Volume 1 da Convenção de Chicago, programas computacionais oficiais da FAA (Federal Aviation Administration) dos Estados Unidos e os dados dos levantamentos geotécnicos e do projeto de pavimentação do aeródromo de Salinópolis - PA.

#### Tipo de pavimentos

O revestimento predominante nos pavimentos do aeródromo de Salinópolis é de concreto betuminoso usinado à quente, portanto, a letra a ser aplicada no código PCN será "F".

#### Resistência do subleito

De acordo com os dados obtidos do relatório de Estudo Geotécnico do Subleito, o índice de suporte Califórnia utilizado para o dimensionamento dos pavimentos foi a média dos resultados obtidos dos ensaios subtraído de um desvio padrão. Sendo o CBR adotado igual a 20%, com uma confiabilidade de 85%, a resistência do subleito é considerada alta, ou seja, a letra código a ser aplicada no código PCN será "A".

#### Pressão de pneus admissível

O pavimento flexível possui uma espessura dimensionada para aeronaves com pressões de pneus inferior a 1,0MPa. Por isso, receberá o código "Y" referente à capacidade para suportar um nível de pressão de pneus entre 0,51 MPa a 1,00 MPa.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 26
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Método de avaliação

O método de avaliação dos pavimentos foi baseado neste Memorial Descritivo e, portanto, a letra código a ser aplicada no código PCN será "T".

Valor numérico do PCN

O valor numérico do PCN foi determinado pela metodologia proposta na Circular Consultiva da FAA Nº 5335-5, através do ábaco da figura g-3. Considerando o subleito tipo A e o peso de decolagem igual a 50.000 lb, o gráfico fornece um valor de PCN igual a 9.

Notificação final do PCN

Com base nos itens acima detalhados, a notificação PCN do aeródromo de Salinópolis - PA será representada pelo código **9/F/A/Y/T**.

## 8. PROJETO DE DRENAGEM

### 8.1 ESTUDO HIDROLÓGICO

#### 8.1.1 Generalidades

O Estudo Hidrológico visa caracterizar as condições de vazão máxima afluyente a cada obra de arte ou de drenagem superficial. O conhecimento dessas descargas permitirá o dimensionamento dos dispositivos de drenagem selecionados.

#### 8.1.2 Dados Utilizados

Foram utilizadas as informações provenientes de consulta à carta topográfica que contempla o município de Salinópolis (Folha MI-0338), na escala 1:100.000, produzida pela Diretoria de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro e dados publicados pela Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTAM, do Governo do Pará.

Além da cartografia, dados registrados de observações das condições climáticas obtidas por estações meteorológicas, relativos à pluviometria, também foram utilizados. A estação meteorológica Convencional mais próxima ao aeródromo foi a localizada em Tracuateua/PA, identificada abaixo:

- número 82194,
- tipo: Convencional;
- controlada pelo 2º Distrito Meteorológico do INMET;
- Latitude: 01º 05' S;
- Longitude: 46º 54' W; e

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 27
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- *Altitude: 36 m.*

### 8.1.3 Características da pluviometria

Segundo informações coletadas na planilha “Média das precipitações pluviométricas por Mesoregião Paraense”, publicada pela SECTAM-PA, as chuvas registradas na estação meteorológica não convencional mais próxima do aeródromo, localizada no próprio município de Salinópolis (DNAEE), ocorrem com maior intensidade nos meses de janeiro a junho, conforme Figura 2. O gráfico apresenta a precipitação mensal acumulada média em quase 40 anos de observação na referida estação.

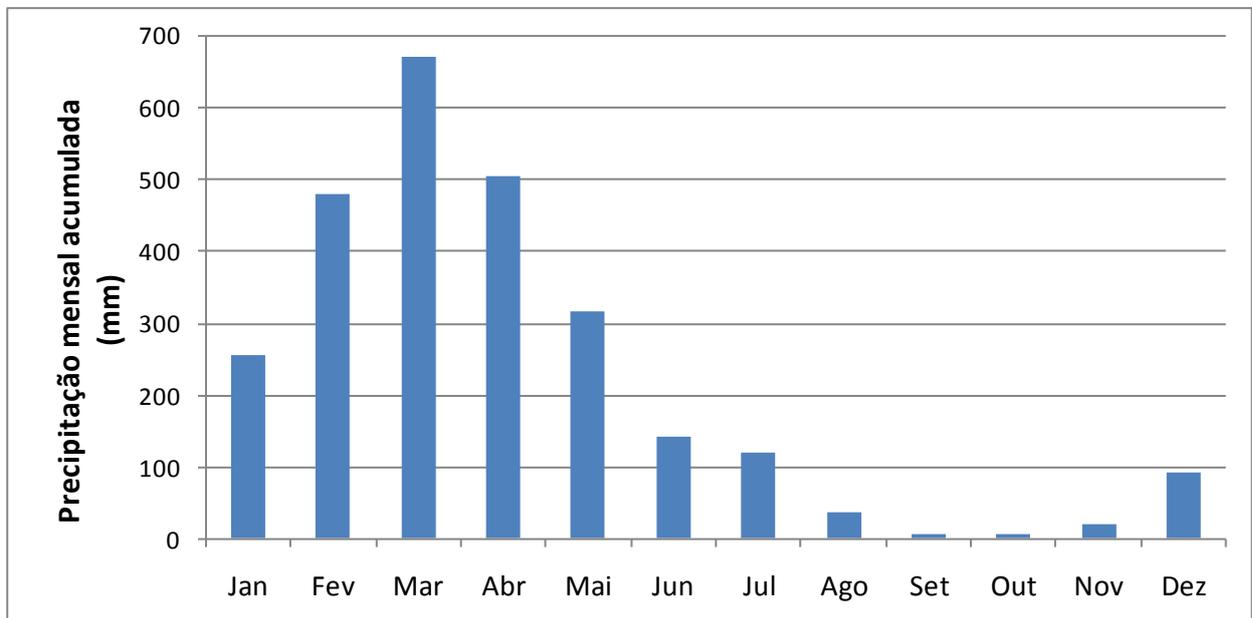


Figura 2. Precipitação mensal acumulada (média de 39 anos, estação Salinópolis/PA)

Da estação meteorológica convencional de Tracuateua/PA (INMET) foram obtidas ainda as informações relativas ao número de dias com chuvas na região. Os dados coletados e disponíveis no site do INMET estão apresentados no gráfico abaixo.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 28
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01

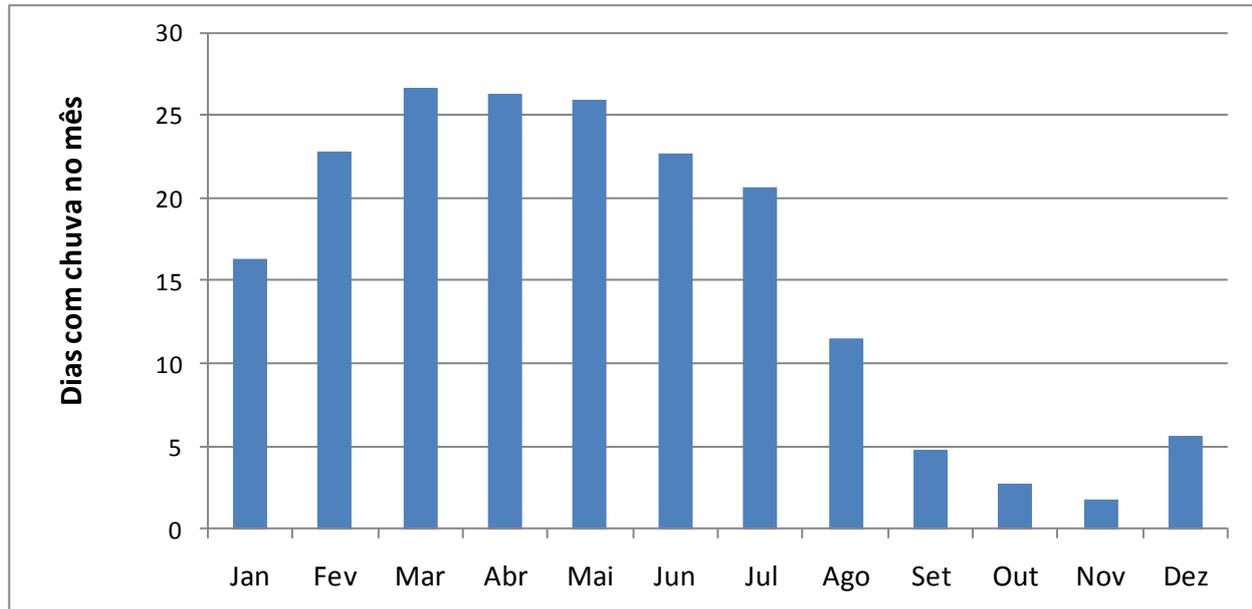


Figura 3. Dias de chuva por mês (média 2000-2007) – estação Tracuateua/PA

Além das informações descritas nos gráficos, foi possível obter da série de 30 anos das Normais Climatológicas (1961-1990) e das informações da SECTAM, referentes às estações meteorológicas em estudo, as seguintes informações:

Tabela 1. Dados pluviométricos da Estação Salinópolis/PA

Informação	Estação Salinópolis
Média de precipitação acumulada em um ano	3000,0 mm
Chuva máxima acumulada em 24h no mês mais chuvoso	143,0 mm (19fev07)
Dias de chuva por ano (média dos últimos 8 anos)	188 dias

#### 8.1.4 Determinação da Equação das Chuvas – Método das Isozonas

Foram obtidas na página da Internet do INMET e nas Normais Climatológicas as informações relativas à altura máxima de chuva de 24 horas ocorridas no ano. Os valores estão descritos na tabela a seguir.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 29
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Tabela 2. Precipitação máxima acumulada de 24h na estação de Salinópolis

Ano	Precipitação máxima acumulada de 24h
1973	89,8
1974	133,0
1975	112,1
1976	75,0
1977	103,8
1978	126,8
2001	81,0
2002	119,4
2003	138,4
2004	125,4
2005	73,9
2006	91,2
2007	143,0

Para o cálculo da equação das chuvas a ser aplicada na região de Salinópolis, foram considerados os dados da estação meteorológica acima referida. Pelo método das isozonas para a determinação da equação das chuvas, recomendado pela Diretoria de Engenharia da Aeronáutica- DIRENG, calcula-se primeiramente a média e o desvio padrão dos dados relativos à altura máxima de chuva de 24 horas anuais.

- $\bar{I} = 108,7 \text{ mm}$
- $s_I = 24,5 \text{ mm}$
- $n = 13 \text{ pontos}$

Para a determinação da chuva máxima provável para certo tempo de recorrência, é necessário realizar transformações por meio de um método estatístico, no caso foi utilizada a Distribuição de Gumbel descrita nas expressões a seguir.

$$I_t = \bar{I} + k \cdot s_I \quad k = \frac{-\log(-\log(1 - \frac{I}{T})) - \mu_y}{\sigma_y} \cdot 1,1$$

onde

- $I_t$  = precipitação máxima provável para o tempo de recorrência  $T$ ;
- $\bar{I}$  = média das precipitações estudadas;
- $s_x$  = desvio padrão das precipitações estudadas; e
- $\mu_y$  e  $\sigma_y$  = constantes de Gumbel que dependem do número de dados.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 30
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Os fatores de Gumbel para um conjunto de 13 pontos são:

- $\mu_y = 0,5128$
- $\sigma_y = 1,0206$

Com base nestas informações, o valor para a constante  $k$ , para um tempo de recorrência de 10 anos será:

$$k = \frac{-\log(-\log(1 - \frac{1}{10})) - 0,5128}{1,0206} \cdot 1,1 = 0,89$$

Concluindo, determina-se a chuva máxima de 24 horas para o tempo de recorrência de 10 anos para a região de Salinópolis:

$$I_t = \bar{I} + k \cdot s_I = 108,7 + 0,89 \cdot 24,5 = 130,5 \text{ mm}$$

No passo seguinte do método das isozonas, faz-se a transformação de chuva de 24 horas para as chuvas de 6 minutos e de 1 hora. Do mapa, infere-se que Salinópolis encontra-se numa isozona C, de onde pode-se obter os valores de transformação para um  $T_r$  (tempo de recorrência) de 10 anos: 39,7% para chuvas de 1 hora e 9,8% para chuvas de 6 minutos.

Em seguida determinam-se as alturas e intensidades de chuva para os tempos solicitados de 6 minutos, 1 hora e 24 horas.

*Para 6 minutos:*

$$I_{6min} = 130,5 \cdot 0,098 = 12,79 \text{ mm}$$

$$i_{6min} = 12,8 \cdot 60 / 6 = 127,9 \text{ mm/h}$$

*Para 1 hora:*

$$I_{1h} = 130,5 \cdot 0,397 = 51,81 \text{ mm}$$

$$i_{1h} = 51,81 \cdot 60 / 60 = 51,8 \text{ mm/h}$$

*Para 24 horas:*

$$I_{24h} = 130,5 \text{ mm}$$

$$i_{24h} = 130,5 \cdot 1 / 24 = 5,4 \text{ mm/h}$$

De forma usual, a relação intensidade- duração- freqüência das precipitações é representada por equações do tipo:

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 31
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



$$i = C \cdot (t + t_0)^{-n}$$

onde:

- $i$ : intensidade pluviométrica média máxima para a duração  $t$ , em mm/h;
- $t$ : duração da chuva em horas;
- $C, n, t_0$ : parâmetros a determinar.

Com as intensidades de chuvas para 6 min, 1 hora e 24 horas, determinadas para o tempo de recorrência de 10 anos, é possível determinar a equação das chuvas, que está representada no gráfico a seguir:

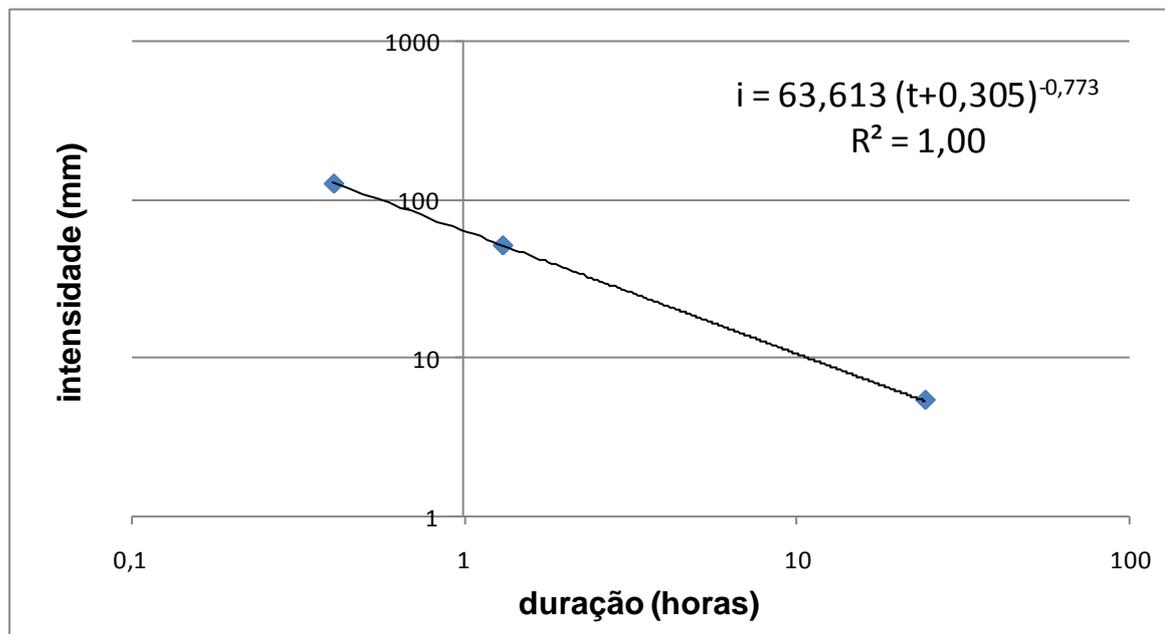


Figura 4. Equação das chuvas para Salinópolis/PA

Expressão final da equação das chuvas para a região de Salinópolis, obtida pelo método das isozonas e considerando um tempo de retorno de 10 anos.

$$i = 63,613 \cdot (t + 0,305)^{-0,773}$$

## 8.2 DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem de águas pluviais do aeródromo foi projetado, considerando trechos em canaletas semicirculares de concreto e saídas d'água com dissipadores de energia.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 32
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Os diversos trechos foram traçados e devidamente identificados no desenho do projeto de drenagem, fins dimensionamento dos elementos de drenagem.

O cálculo das descargas em um determinado ponto do sistema de drenagem (nó) foi realizado com base no Método Racional, através da fórmula abaixo, que fornece a contribuição por metro linear de extensão de dispositivo.

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{360}$$

Onde:

- $Q$  = descarga no ponto em estudo, em  $m^3/s$ ;
- $c$  = coeficiente de deflúvio ou escoamento;
- $i$  = intensidade pluviométrica em  $mm/h$ ; e
- $A$  = área da bacia contribuinte, em  $há$ .

As descargas determinadas pelo método racional devem ser ajustadas sempre quando se está realizando o dimensionamento de um sistema de drenagem que possui duas ou mais bacias de contribuição. Foi utilizado para realizar estes ajustes o Método de Horonjeff Modificado, que baseia-se na teoria de que o maior tempo contribuinte para um mesmo nó, prevalece sobre todos os outros. Em função deste fato, todas as vazões que ocorrem antes do nó em questão devem ser ajustadas para a intensidade pluviométrica correspondente ao maior tempo.

$$Q_A = \left( \sum \frac{Q_i}{i_i} \right) \cdot i + q$$

Onde:

- $Q_A$  = vazão ajustada para o nó, em  $l/s$ ;
- $Q_i$  = vazões dos tempos menores, em  $l/s$ ;
- $i_i$  = intensidades pluviométricas dos tempos menores, em  $mm/h$ ;
- $i$  = intensidade pluviométrica do maior tempo, em  $mm/h$ ; e
- $q$  = vazão do maior tempo; em  $l/s$ .

Finalmente, após conhecidas as descargas nos diversos nós do sistema de drenagem, o dimensionamento dos dispositivos foi realizado com auxílio das fórmulas de Manning onde:

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 33
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



$$\frac{Q}{A} = v = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Onde:

- $Q$  = vazão, em  $m^3/s$ ;
- $v$  = velocidade do escoamento, em  $m/s$ ;
- $n$  = coeficiente de rugosidade de Manning (adotado = 0,013);
- $R$  = raio hidráulico =  $A/P$ ;
- $S$  = declividade do dreno, em  $m/m$ ;
- $P$  = perímetro molhado, em  $m$ ; e
- $A$  = área do dreno, em  $m^2$ .

Respeitando-se a velocidade máxima indicada para dispositivos de drenagem em concreto armado ( $V_{MÁX} = 4,5$  m/s), o sistema de drenagem foi dimensionado conforme considerações e diretrizes acima descritas e a tabela a seguir traz as dimensões e cotas encontradas no estudo.

Todos os detalhes necessários à execução do sistema de drenagem constam do desenho referente ao projeto de drenagem e os dados obtidos no dimensionamento são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 3. Memorial de cálculo para drenagem superficial do aeródromo

Trecho	Comp.	Decliv.	Vazão $m^3/s$	Velocidade $m/s$	Área ( $m^2$ )	Raio Hidr. (m)
	L (m)	i	$Q=12,125Lx10^{-4}$	$V=15,5208 Q^{0,25} x i^{0,375}$	Q/V	$r=0,798 A^{0,5}$
1	90	0,0050	0,1091	1,2232	0,0892	0,2383
2	82	0,0025	0,2086	1,1090	0,1880	0,3460
3	400	0,0050	0,6936	1,9422	0,3571	0,4769
4	300	0,0100	0,3638	2,1435	0,1697	0,3287
5	500	0,0015	0,8488	1,3006	0,6526	0,6446
6	200	0,0015	0,2425	0,9509	0,2550	0,4030
7	200	0,0025	0,2425	1,1516	0,2106	0,3662
8	200	0,0050	0,4850	1,7761	0,2731	0,4170
9	300	0,0040	0,3638	1,5202	0,2393	0,3904
10	500	0,0030	0,6063	1,5506	0,3910	0,4990
11	500	0,0030	0,6063	1,5506	0,3910	0,4990
12	400	0,0075	0,4850	2,0677	0,2346	0,3865
13	189	0,0020	0,2292	1,0443	0,2194	0,3738

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 34
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Tabela 4. Resultados do dimensionamento da drenagem

Trecho	COTA SAÍDA		COTA CHEGADA			Caixa chegada	Canaleta
	CTV	CFV	CTV	CFV			
1	40.450	40.150	40.000	39.700		TIPO 1	60
2	39.900	39.600	39.695	39.395	39.750	TIPO 1	60
3	39.595	39.195	37.595	37.195	39.750	TIPO 2	80
4	37.500	37.200	34.500	34.200	39.750	TIPO 2	60
5	35.200	34.800	34.450	34.050	39.750	TIPO 2	80
6	35.500	35.200	35.200	34.900	39.750	CT	60
7	35.500	35.200	35.000	34.700	39.750	CT	60
8	35.000	34.600	34.000	33.600	39.750	TIPO 3	80
9	35.950	35.550	34.750	34.350	39.750	MT	80
10	35.950	35.550	34.450	34.050	39.750	TIPO 2	80
11	36.000	35.600	34.500	34.100	39.750	TIPO 2	80
12	39.022	38.622	36.022	35.622	39.750	TIPO 2	80
13	39.500	39.200	39.122	38.822	39.750	TIPO 1	60

### 8.3 DRENAGEM DA ACUMULAÇÃO DO LAGO

Conforme observado, no lado esquerdo da pista, junto as estacas 10 a 20 existe uma bacia de acumulação devido a pista formar um dique que impede o escoamento. A solução encontrada foi a drenagem deste deflúvio acumulado através de canalização do tipo bueiro, com tubos de concreto armado.

O cálculo das descargas em um determinado ponto do sistema de drenagem (nó) foi realizado com base no Método Racional, através da fórmula abaixo, que fornece a contribuição por metro linear de extensão de dispositivo.

$$Q = \frac{c \cdot i \cdot A}{360}$$

- Onde:
  - $Q$  = descarga no ponto em estudo, em  $m^3/s$ ;
  - $c$  = coeficiente de deflúvio ou escoamento;
  - $i$  = intensidade pluviométrica em  $mm/h$ ; e
  - $A$  = área da bacia contribuinte, em  $ha$ .
- Considerando-se que o tempo de duração de chuvas não deve ser considerado como menor que o tempo de concentração na bacia, consideraremos o tempo de duração das chuvas como sendo 1 hora.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 35
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- Logo o valor da intensidade será de  $i = 64,5 \text{ mm/h}$ .
- O valor de  $c$  para capim alto é de  $0,4$
- Logo,

$$Q = \frac{0,4 \cdot 64,5 \cdot 50,3}{360} = 3,61 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ou } \sim 13.000,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Vazão para o cálculo dos bueiros de travessia da pista.

O comprimento do trecho dos bueiros, transversal à pista, com eixo na estaca 15 é de 114 m .

Do Manual de Drenagem do DNIT, da pag. 51 Tabela 1 – Vazão, velocidade e declividade crítica de bueiros tubulares retiramos os dados do bueiro para atender as normas de drenagem, que são:.

- Bueiro tipo duplo (BDTC) com 1,20 m de diâmetro, em concreto armado;
- Vazão crítica: 4,84 m<sup>3</sup>/s;
- Velocidade crítica: 2,80 m/s;
- Declividade crítica: 0,70 %.

Para atender esta declividade devemos ter um caimento do início ao fim do bueiro de 0,80 m. A cota inicial será de 32,00 m e a final de 31,20 m.

O detalhamento deste bueiro encontra-se no desenho **PD 02- Projeto de Drenagem - Detalhes do bueiro.**

## 9. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

O aeródromo possui uma pista de pouso com azimute magnético (2008) igual a  $269^\circ 02' 57''$ , com designação 09/27. O aeródromo permitirá operações de aproximação visual (VFR), diurnas e noturnas, com comprimento de pista de 1.500 m e largura de 30 m, uma pista de rolamento com largura de 18 m e um pátio de estacionamento de aeronaves com área de 12.500 m<sup>2</sup>. O código de pista do aeródromo de Salinópolis será 2C VFR.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 36
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 9.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

No projeto de Sinalização Horizontal do aeródromo de Salinópolis foi prevista a pintura total da Pista de Pouso, da Pista de Rolamento e do Pátio de Estacionamento de Aeronaves nas cores branca e amarela, conforme indicado no desenho do projeto de Sinalização Horizontal.

A pintura da sinalização horizontal consiste nas marcações de cabeceiras, de eixo e bordos de pista de pouso e de rolamento e na identificação do sentido da pista. O projeto foi elaborado com base nas recomendações constantes do Anexo 14 da Convenção da Aviação Civil Internacional de Chicago para pistas de código 2C VFR.

## 9.2 SINALIZAÇÃO NOTURNA

### 9.2.1 Projeto de Sinalização Noturna

O projeto de sinalização luminosa estabelece os tipos, quantidades, locação e especificações dos auxílios visuais noturnos que deverão ser implantados na pista de pouso, na pista de rolamento e no pátio de aeronaves do aeródromo de Salinópolis, de modo a propiciar ao piloto as condições visuais adequadas durante os procedimentos de pouso, de circulação e de decolagem, no período noturno.

O projeto de sinalização luminosa também foi elaborado com base nas recomendações constantes do Anexo 14 da Convenção da Aviação Civil Internacional de Chicago para pistas de código 2C VFR.

As Especificações Técnicas, juntamente com os desenhos do Projeto de Sinalização Noturna – Geral e Detalhes apresentam o detalhamento completo da execução da sinalização luminosa.

## 9.3 SISTEMA INDICADOR DE RAMPA DE APROXIMAÇÃO DE PRECISÃO – PAPI

Consiste na instalação de um Sistema Indicador de Rampa de Aproximação de Precisão (PAPI), de quatro unidades de luz na cabeceira 09 da pista de pouso do Aeródromo de Salinópolis - PA, visando fornecer ao piloto uma indicação segura, durante o procedimento de aproximação e pouso.

O sistema PAPI será unilateral à esquerda da cabeceira 09, formado com quatro unidades de luz, dispostas perpendicularmente à pista. Cada unidade de luz é formada por dois projetores de luz que emitirão duas cores (branca e vermelha), separadas por uma zona de transição mínima de aproximadamente três minutos de arco.

O piloto ao efetuar a aproximação na rampa de aproximadamente 3 graus, verá as duas unidades mais próximas da pista na cor vermelha e as duas mais afastadas na cor branca. Caso haja um

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 37
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



aumento progressivo da cor vermelha ou branca o piloto interpretará como abaixo ou acima da rampa ideal para aproximação, respectivamente.

### 9.3.1 Memória de Cálculo

#### 1 – Dados Operacionais:

- 1.1 Dimensões da Pista de Pouso Comprimento: 1.500m x 30m
- 1.2 Aeronave de maior porte: ATR 42-300
- 1.3 Altura de cruzamento da roda de aeronave sobre cabeceira (ACR) = 9m
- 1.4 Altura olho-roda (AOR) = 3 m
- 1.5 Mínima altura dos olhos do piloto sobre a cabeceira (MEHT) = 12m
  
- **2 – Ângulos de Transição da Unidades de Luz:**
  - 2.1 Unidade de Luz A (baixo) = 2,5°
  - 2.2 Unidade de Luz B (médio baixo) = 2,833°
  - 2.3 Unidade de Luz C (médio alto) = 3,166°
  - 2.4 Unidade de Luz D (alto) = 3,5°
  -
  
- **3 – Cálculo do PO real:**
  - $\text{Ângulo do MEHT} = \text{âng. de transição médio baixo}(2,833^\circ) - 0,033^\circ = \mathbf{2,8^\circ}$
  
  - $\text{tg}2,8^\circ = 12\text{m}/\text{PO}$
  
  - $\text{PO} = 245,36 \text{ m}$

### 9.3.2 Composição

#### Unidade de luz:

- Caixa de alumínio de cor laranja, protegido contra corrosão por uma camada de pintura especial;
- Vidro protetor, lentes e filtros vermelhos;
- Duas lâmpadas de 200W/6,6A cada;
- Quatro pés frangíveis ajustáveis;
- Dois transformadores de isolamento monofásicos de 200W, 6.6A/6.6A, relação de espiras 1:1;
- Um abrigo metálico para proteção dos transformadores de isolamento;
- Dois cabos conectores duplos de 2x1,5 mm<sup>2</sup> para interligação do transformador à barra terminal da unidade de luz;

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 38
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- Um Kit conector de 5 kV para interligação com a unidade de luz próxima.

#### **Suprimento de Energia:**

O suprimento de energia de cada PAPI será efetuado por um Regulador de Corrente Constante de 3KW, energizado pela fonte principal ou de emergência da KF do aeródromo, com as seguintes características:

- Tensão de Alimentação: 220 VAC
- Número de Fases: Fase + Fase ou Fase + Neutro
- Frequência: 60 Hz
- Correntes de Saída: - 2,8 / 3,4 / 4,1 / 5,2 / 6,6 A
- Potência do Equipamento: 3 KW
- Tensão de Saída: 454 V
- Fator de Potência: 0,9 INDUTIVO
- Rendimento: 90%
- Temperatura Máxima: 55° C
- Tensão de Comando: 220VAC
- Sistema de Refrigeração: Á Óleo – 60 Litros
- Peso: 220 Kg

As correntes dos cinco níveis de brilho devem atender às faixas estipuladas na tabela a seguir:

Nível de Brilho	Corrente Nominal (A)	Limites de Corrente (Saída)
5	6,6	6,47 – 6,376
4	5,2	5,07 – 5,33
3	4,1	4,10 – 4,37
2	3,4	3,22 – 3,49
1	2,8	2,79 – 2,87

### 9.3.3 Ângulos das Caixas Óticas

As alturas dos pés das caixas óticas foram calculadas conforme o ângulo de cada unidade de luz. A tabela a seguir fornece os comprimentos calculados dos pés das diversas unidades de luz.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 39
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



Unidade	Pé Dianteiro (mm)	Pé Traseiro (mm)	Ângulo de Instalação
A	605	577,27	2,500
B	605	573,56	2,833
C	605	569,86	3,167
D	605	566,15	3,500

#### 9.3.4 Ajustes dos Ângulos das Caixas Óticas

Após a montagem das unidades de luz deverá ser utilizado o método tabajômetro, preferencialmente, ou clinômetro para ajuste dos ângulos das caixas óticas.

##### **Método Tabajômetro.**

O nível d'água é conseguido utilizando-se uma mangueira de borracha. O nível d'água deve coincidir, de um lado com a metade da altura da parte traseira da unidade de luz e do outro lado com a marca "nível" da haste graduada fixada a 20 metros à frente da unidade de luz. Utilizar a mira para marcar o valor do ângulo de planeio definido em projeto. Identificado o ângulo, fixar a mira na haste graduada, por intermédio do parafuso tipo borboleta.

Caso a unidade de luz esteja posicionada corretamente no ângulo de planeio, o operador do tabajômetro, ao olhar pelo orifício existente na mira, deverá visualizar os dois setores, vermelho e branco, bem definidos e a linha que os divide posicionada exatamente no meio da lente. Essa visualização deve ser coincidente para ambas as luzes de cada unidade.

Se durante a visualização for verificada alguma discrepância em relação ao procedimento acima descrito, deve-se ajustar a unidade de luz, por meio dos punhos encarquilhados localizados nos pés traseiros desta, até que se identifique a situação desejada.

Este procedimento para ajuste das unidades de luz deve ser repetido para cada uma delas, utilizando o mesmo processo.

Em todas as operações com tabajômetro devem ser observados os seguintes quesitos:

- *Verificar cuidadosamente a perfeita e estável coincidência entre as marcas d'água da mangueira plástica;*
- *Posicionar com muita atenção o tabajômetro, observando a fixação dos parafusos tipo borboleta;*
- *Durante a operação, deve-se ter cuidado para não deslocar o tabajômetro.*
- *Verificar a operacionalidade dos equipamentos nos cinco níveis de brilho através dos controles locais e remotos.*

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 40
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- *Verificar se as correntes dos cinco níveis de brilho atendem as faixas estipuladas*

#### **Método Clinômetro:**

Equipamento de precisão empregado na aferição e ajuste angular das unidades de luz. É composto de uma estrutura de alumínio, bolha de nível retificado, escala graduada e barra de transição. Após a fabricação, é aferido em laboratório especializado.

O Clinômetro é composto de:

- *Uma base que ficará nos acessórios de suporte B e C;*
- *Um setor graduado para marcar a elevação;*
- *Uma barra que será a referência longitudinal necessária à colocação do azimute e da elevação para constituir as referências transversais horizontais.*

Também para aumentar a estabilidade do clinômetro, dois braços móveis são previstos para serem abertos quando da colocação e que ficarão nos acessórios de suporte, respectivamente A e D. A barra e os braços móveis sustentam os pontos de apoio (parafusos) assegurando o exato posicionamento do nível de bolha durante a colocação. Este exato posicionamento é necessário para permitir uma perfeita coincidência entre a marcação do nível de bolha e as referências longitudinal e transversal horizontal;

Clinômetro padrão normalmente acompanha o equipamento PAPI e é desenhado para auxiliar a instalação das unidades de luz paralelamente ao eixo central da pista. Em casos especiais, quando as unidades de luz sejam viradas para dentro ou para fora, um clinômetro especial é necessário, ele será especialmente desenhado para o ângulo específico requerido.

A diferença entre os clinômetros padrão e especial é que nos clinômetros padrões as referências transversais horizontais anteriormente mencionadas são paralelas às linhas dos acessórios de suporte AB e CD e a referência longitudinal horizontal está situada num plano vertical paralelo à dimensão longitudinal da unidade de luz.

Para o clinômetro especial, um ângulo entre o plano vertical da referência horizontal longitudinal e o plano longitudinal de simetria da unidade de luz é igual ao ângulo de virada para dentro ou para fora.

Em todas as operações com clinômetro devem ser observados os seguintes quesitos:

- *Checar cuidadosamente a perfeita e estável coincidência entre os buracos abaixo dos braços móveis do clinômetro e dos acessórios de suporte A, B, C e D.*

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 41
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- Se necessário usar a possibilidade de um deslocamento longitudinal de eixo de rotação do fundo do braço móvel na base do clinômetro correspondente a C;
- Posicionar com muita atenção o nível de bolha entre os parafusos do ponto de contato na barra do clinômetro ou contra os parafusos do ponto de contato dos braços móveis;
- Durante a operação de segurar as porcas e contra-porcas, checar se a rosca não roda e se rodar, segurá-la com uma chave de fenda introduzida na fenda de cima da rosca.

### Relação de Serviços, Equipamentos e Materiais Necessários

Item	Descrição	Unid	Qde
1	Unidade de luz PAPI, fab. METROL, tipo UL-400, PN:3-20-30	UN	04
2	Conjunto de pé frangível da Unidade de Luz, fab. METROL, ou similar PN:3-20-004	UN	16
3	Transformador de isolamento 200W, 6.6A, fab. METROL	UN	8
4	Regulador de corrente constante 3KW, 220V, 6.6A, fab. METROL ou similar	UN	01
5	Painel de controle remoto do regulador de corrente constante, fab. METROL ou similar	UN	01
6	Kit conector de 5KV(PLUG/RECEPTÁCULO), fab. METROL ou similar	UN	04
7	Cabo conector duplo 2 x 1,5mm <sup>2</sup> para luminária do PAPI, fab. METROL ou similar	UN	08
8	Abrigo metálico de proteção dos trafos de isolamento, fab. METROL ou similar	UN	04
9	Junta de Borracha	UN	04
10	Tampa de 2 furos	UN	04
11	Canopla da tampa	UN	08
12	Parafuso da canopla	UN	16
13	Parafuso 3/8"	UN	64
14	Arruela 3/8"	UN	64
15	Lente Plana Convexa	UN	16
16	Filtro Vermelho	UN	8
17	Lâmpada Alógena 200W	UN	8
18	Tabajômetro	CJ	01
19	Pára-raios 3KV	UN	02
20	Escavação manual de vala	M3	40
21	Rede de dutos 75mm	M	235
22	Caixa de passagem Tipo 1	UN	07
23	Lançamento do condutor de aterramento	M	250
24	Bases de concreto	UN	8

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 42
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 10. PROJETO DE SEGURANÇA

### 10.1 PLANO DE ZONA DE PROTEÇÃO DO AERÓDROMO

O Plano de Zona de Proteção do Aeródromo de Salinópolis foi definido a partir do código de pista e do tipo de operação esperado para o aeródromo, considerando o disposto na Portaria nº 256/ GM5, de 13 de maio de 2011.

Para a classificação da pista, foi considerada a aeronave de referência ATR 42-300, cujo código é o 2C e o tipo de aproximação que é realizada por regras de voo visuais (VFR). Para esta classificação, o nível de Proteção do Aeródromo de Salinópolis compreenderá as seguintes superfícies: Faixa de Pista; Área de transição; Área de aproximação e decolagem; Área horizontal interna e Área cônica.

O plano de Zona de Proteção do Aeródromo foi elaborado com base na carta cartográfica do DSG MI-0338, que contempla o município de Salinópolis, na escala 1:100.000.

#### 10.1.1 Faixa de Pista

Consiste em uma área retangular em torno da pista de pouso, cuja elevação deve ser igual ou inferior à elevação do eixo da pista, não sendo permitida a presença de obstáculos de qualquer natureza, com exceção de auxílios à navegação a navegação aérea, montados sobre juntas frágeis.

A faixa de pista para o aeródromo de Salinópolis é de 1.620 x 80m e nenhuma instalação que venha se configurar obstáculo foi projetada nesta área.

#### 10.1.2 Área de Transição

Consiste em uma área definida por distâncias e rampas traçadas a partir dos limites laterais da faixa de pista. Não é permitida, nesta área, nenhuma implantação que ultrapassa os limites das rampas de transição. Todas as implantações projetadas ou previstas neste trabalho respeitaram os limites da rampa da área de transição. A rampa de transição utilizada no projeto foi de 1/5, iniciando-se na extremidade da faixa de pista e terminando na distância de 225m após a faixa de pista, a 45m de desnível em relação à elevação do eixo da pista.

#### 10.1.3 Áreas de Aproximação e Decolagem

As áreas de aproximação e de decolagem, para o código de referência da pista 2C, são coincidentes e consistem em uma área definida por distâncias e rampas, traçadas a partir das extremidades da faixa de pista, na extensão do eixo da pista de pouso e decolagem, que não devem ser ultrapassadas por

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 43
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



nenhum obstáculo. As áreas de aproximação e decolagem devem ser protegidas para permitir à aproximação e decolagem segura das aeronaves.

A rampa de aproximação considerada no projeto foi de 1/25, se estendendo ao longo do eixo da pista a partir da extremidade da faixa de pista até uma distância de 2.500m, a 100m de desnível em relação à elevação das cabeceiras da pista de pouso e decolagem.

#### 10.1.4 Área Horizontal Interna

A área Horizontal Interna consiste de dois semi-círculos, com centros nas cabeceiras, cujo desnível em relação à altitude do aeródromo é de 45m. Implantações nesta área e que ultrapassem este gabarito estão sujeitas à aprovação da Agência Nacional de Aviação Civil. O raio considerado para os dois semi-círculos foi de 2.500m.

#### 10.1.5 Área Cônica

A área cônica estende-se com rampa 1/20 para fora dos limites externos do gabarito da área horizontal interna em 2.000m, elevando o gabarito de 45m da área horizontal interna para a altitude de 145m.

### 10.2 PLANO DE ZONEAMENTO DE RUÍDO

O plano de zoneamento de ruído do aeródromo tem como objetivo garantir que o nível de incômodo gerado pelos motores das aeronaves não cause danos à população. Pode-se classificar o aeródromo de Salinópolis na Categoria relativa à aviação regular de médio porte de baixa densidade (Curvas de ruído do Tipo 1).

Três áreas são definidas pela legislação atual e estão apresentadas detalhadamente nos desenhos de projeto. A análise da área identificou que não existem implantações que interfiram atualmente no Plano de Zoneamento de Ruído do Aeródromo.

#### 10.2.1 Área 1

De acordo com a legislação são permitidas na Área 1 as seguintes atividades:

Produção e extração de recursos naturais

- *agricultura; piscicultura; silvicultura; mineração; e atividades equivalentes.*
- *Serviços Públicos ou de Utilidade Pública*
- *estação de tratamento de água e esgoto; reservatório de água; cemitério; e equipamentos urbanos equivalentes.*

Comercial e Industrial

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 44
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



- *depósito e armazenagem; estacionamento e garagem para veículos; feiras livres; e equipamentos urbanos equivalentes.*

Recreação e lazer ao ar livre

- *praças, parques, áreas verdes; campos de esporte; e equipamentos urbanos e equivalentes.*

Transporte

- *rodovias; ferrovias; terminais de carga e passageiros; auxílio à navegação aérea; e equipamentos urbanos equivalentes.*

### 10.2.2 Área 2

De acordo com a legislação não são permitidas na Área 2 as seguintes atividades:

Residencial;

- *Loteamentos, edifícios, casas;*

Saúde:

- *hospital e ambulatório; consultório médico; asilo; e equipamentos urbanos equivalentes.*

Educacional:

- *escola; creche; e equipamentos urbanos equivalentes.*

Serviços Públicos ou de Utilização Pública:

- *hotel e motel; edificações para atividades religiosas; centros comunitários e profissionalizantes; e equipamentos urbanos equivalentes.*

Cultural:

- *biblioteca; auditório, cinema, teatro; e equipamentos urbanos equivalentes.*

As atividades acima referidas poderão ser eventualmente autorizadas pelos órgãos municipais competentes, mediante aprovação do formal da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC.

A legislação Municipal sobre o uso do solo urbano da Cidade de Salinópolis deverá incluir as restrições acima descritas para as Áreas I e II, a fim de garantir o desenvolvimento harmônico do aeródromo com a comunidade que ele serve.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 45
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



## 11. ANEXOS

### 11.1 MODELO DE LEI MUNICIPAL

#### **MODELO DE LEI MUNICIPAL**

(Este é um possível modelo de lei municipal para o zoneamento de área e uso do solo das áreas sob proteção do Plano Básico de Zona de Proteção e Plano Básico de Zoneamento de Ruído aprovados pela Portaria 1.141/GM5, de 08 de dezembro de 1987.)

#### **PREFEITURA MUNICIPAL DE PARAGOMINAS**

#### **LEI Nº .....**

***DISPÕE SOBRE O ZONEAMENTO DE ÁREA E USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS - PA, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.***

***O PREFEITO DO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, FAZ SABER A TODOS OS SEUS HABITANTES QUE:  
A CÂMARA MUNICIPAL APROVOU E EU SANCIONO A SEGUINTE LEI:***

***Art.1*** – Para efeito desta Lei, fica definido como “Área de Influência” toda área de entorno à pista de pouso e decolagem do município de Paragominas - PA que estiver contida dentro dos Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, Plano Básico de Zoneamento de Ruído, Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea, constantes da Portaria 1.141/GM5, de 8 de dezembro de 1987, publicada no D.O.U. , Seção I, de 9 de dezembro de 1987.

***Art.2*** – Fica definido como “Área de Risco” toda área contida na Área de Influência e cujo uso indevido possa, direta ou indiretamente, causar prejuízo à segurança ou à eficiência das operações aeronáuticas, em acordo com as normas preconizadas na Portaria 1.141/GM5, de 08/dez/87 e na Resolução Nº 4, de 09 de outubro de 1995, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, publicada no D.O.U. nº 236, de 11/dez/95, seção 1, página 20.388.

***Art.3*** – O Comando da Aeronáutica, através do Primeiro Comando Aéreo Regional – COMAR I, é o órgão oficial responsável em caracterizar e definir as Áreas de Risco, conforme o tipo e local da implantação pretendida.

**§1º** – São consideradas Área de Risco as Áreas de Influência onde se empregam:

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 46
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01



**I** – atividades que possam atrair expressiva quantidade de pássaros, como, por exemplo, matadouros, curtumes, vazadouros de lixo e culturas agrícolas que atraem pássaros;

**II** – atividades que ejetam no ar partículas de sólido que possam danificar as turbinas das aeronaves ou fumaça de forma a comprometer o voo visual;

**III** – atividades ou equipamentos que produzam, direta ou indiretamente, interferência nas telecomunicações aeronáuticas.

**§2º** – As Áreas de Influência caracterizadas pelas Áreas de Aproximação e Áreas de Transição dos aeródromos e helipontos, são consideradas Áreas de Risco para efeito de Implantações de Natureza Perigosa, caracterizadas no §1º do art. 46, da Portaria 1.141/GM5.

**§3º** – As Áreas de Influência caracterizadas pelas Curvas de Ruído I e II são consideradas Áreas de Risco, e sua utilização deverá obedecer o preconizado na Seção II, art. 68, 69, 70 e 71, da Portaria 1.141/GM5 de 08/dez/87.

**Art.4** – A construção ou ampliação de qualquer implantação como torre, antena ou obra civil cuja altura máxima seja superior ou igual a 8m(oito metros), só poderá ser efetuada mediante prévia autorização e aprovação do Primeiro Comando Aéreo Regional – COMAR I.

**§1º** – A Prefeitura Municipal, através de seu competente órgão, somente aprovará o projeto Executivo e autorizará a construção ou ampliação da implantação pretendida após a apresentação, pelo interessado, do documento oficial expedido pelo Primeiro Comando Aéreo Regional autorizando a referida implantação.

**Art.5** – Para as atividades mencionadas nos Incisos I, II e III, do §1º, do Art. 3, a Prefeitura Municipal, através de seu competente órgão, somente expedirá o Alvará de Funcionamento após a apresentação, pelo interessado, do documento oficial expedido pelo Primeiro Comando Aéreo Regional autorizando a implantação e o funcionamento das referidas atividades.

**§1º** – A Prefeitura Municipal, através de seu competente órgão, somente aprovará o Projeto Executivo e autorizará a construção ou ampliação de obras civis destinadas ao emprego das atividades retro referidas no *caput*, após a apresentação, pelo interessado, do documento oficial expedido pelo Primeiro Comando Aéreo Regional autorizando a implantação das referidas atividades.

**Art.6** – As Implantações de Natureza Perigosa, definida como toda aquela que produza ou armazene material explosivo ou inflamável (como postos de gasolina e gás de cozinha) ou cause perigosos reflexos, irradiações, fumo ou emanações, a exemplo de usinas siderúrgicas e similares, refinarias de combustíveis, indústrias químicas, depósitos ou fábricas de gases, combustíveis ou explosivos, áreas cobertas de material refletivo, matadouros, vazadouros de lixo, cultura agrícolas que atraiam pássaros, assim como outras que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea, somente serão autorizadas pela Prefeitura Municipal após a apresentação, pelo interessado, do documento oficial expedido pelo Primeiro Comando Aéreo Regional autorizando a implantação pretendida ou o funcionamento das referidas atividades.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 47
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG.ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO:01



§1º – Os depósitos de combustíveis destinados ao abastecimento de aeronaves poderão, a critério do Primeiro Comando Aéreo Regional – COMAR I, ser instalados nas Áreas de Transição, respeitando os gabaritos destas áreas.

**Art.7** – Para a obtenção da autorização do I COMAR para a implantação ou o aproveitamento de solo em área do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos e do Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o interessado deverá requerer, junto ao I COMAR, a devida autorização conforme os modelos de requerimento a serem fornecidos pela Prefeitura, previsto nos Anexos A, C, D, art. 46, §2º e art.53, da Portaria 1.141/GM5, de 08/dez/87.

**Art.8** – Com o intuito de se preservar a capacidade operacional do aeroporto e evitar sua interdição total ou parcial, o Comando da Aeronáutica poderá embargar, em solos caracterizados como Área de Risco, a construção de qualquer tipo de obra civil, torre, antenas, ou restringir a utilização do solo, desde que o Primeiro Comando Aéreo Regional não tenha sido consultado ou autorizado a implantação em pauta.

§1º – Caso o embargo seja ineficaz à segurança da navegação aérea, o Comando da Aeronáutica poderá solicitar o rebaixamento de altura, a remoção e até mesmo a demolição do obstáculo implantado.

**Art.9** – Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

## 11.2 DOCUMENTO DE ÁREAS ADJACENTES

Seguem, em anexo, documentos citados no item 3.2 do presente documento.

EMPRESA CONTRATADA	RESP. TÉCNICO	FISCAL SETRAN	FOLHA: 48
CONCASA ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA	ENG SÉRGIO A. PIRES	ENG. ANTONIO NOÉ CARVALHO DE FARIAS	VERSÃO: 01