

**PROJETO DE ENGENHARIA PARA A PAVIMENTAÇÃO DO
AERÓDROMO MUNICIPAL DA CIDADE DE NOVO
PROGRESSO, ESTADO DO PARÁ**

VOLUME 1 – RELATÓRIO DE PROJETO

FEVEREIRO/2021

ÍNDICE

1. APRESENTAÇÃO	20
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO	22
3. CONTEXTUALIZAÇÃO REGIONAL	24
4. MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO	27
5. CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO	31
6. ASPECTOS AMBIENTAIS	34
6.1. VEGETAÇÃO	35
6.2. CLIMA	39
6.3. SOLOS	41
7. ESTUDOS PRELIMINARES DE PROJETO	43
7.1. PARÂMETROS DEFINIDORES DE PROJETO	45
7.1.1. TIPO DE OPERAÇÃO	47
7.1.2. DEMANDA DE TRÁFEGO	47
7.1.3. AERONAVE DE PROJETO	47
7.1.4. CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO	48
8. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	50
9. ESTUDOS GEOTÉCNICOS	65
10. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	67
10.1. ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	71
10.1.1. PLUVIOMETRICA E PLUVIOGRAFIA	73
10.1.2. PROCEDIMENTOS	74
10.1.3. MÉTODO DAS ISOZONAS	79
10.1.3.1. CONSIDERAÇÕES	79
10.1.3.2. PROCEDIMENTOS	79
10.1.4. ELEMENTOS DE PROJETO	85
10.1.4.1. TEMPO DE RETORNO	85

10.1.4.2.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	85
11.	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	87
11.1.	INTRODUÇÃO	89
11.2.	CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM	90
11.3.	CORTES	91
11.4.	ATERROS.....	91
11.5.	DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS E DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE.....	91
11.6.	VOLUMES DOS ELEMENTOS DIMENSIONADOS.....	91
11.7.	NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE TERRAPLENAGEM.....	94
12.	PROJETO GEOMÉTRICO.....	98
12.1.	EXECUÇÃO DO PROJETO	99
12.2.	MODELO DIGITAL DO TERRENO.....	99
12.3.	PLANTA	100
12.4.	PERFIL	100
12.5.	SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO.....	101
12.6.	PISTA DE POUSO E DECOLAGEM.....	101
12.6.1.	FATORES DE CORREÇÃO (SEGUNDO ICAO).....	102
13.	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	106
13.1.	CARACTERIZAÇÃO DO AEROPORTO.....	107
13.2.	CONCEPÇÃO DO PROJETO	107
13.3.	VIDA ÚTIL DE PROJETO.....	108
13.4.	CARACTERIZAÇÃO DO TERRENO NATURAL	108
13.5.	MATERIAL PARA A SUB BASE E BASE.....	109
13.6.	MATERIAL PARA O REVESTIMENTO ASFÁLTICO.....	111
13.7.	MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO	111
13.7.1.	MOVIMENTO DE AERONAVES.....	111
13.7.2.	PROGRAMA DE COMPUTADOR UTILIZADO	113

13.7.3.	RESISTÊNCIA DO SUBLEITO.....	113
13.7.4.	REFORÇO E DIMENSIONAMENTO PARA O SUPORTE DA ÁREA PAVIMENTADA 113	
13.7.5.	DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO.....	113
14.	DETERMINAÇÃO DO PCN.....	117
14.1.	SEÇÕES DOS PAVIMENTOS AVALIADAS.....	119
14.2.	PROGRAMA DE COMPUTADOR UTILIZADO.....	120
14.3.	SEÇÕES DOS PAVIMENTOS AVALIADAS.....	120
14.4.	MIX DE AERONAVES.....	120
14.5.	CÓDIGO PARA O TIPO DE PAVIMENTO - PCN.....	120
14.6.	CÓDIGO PARA A RESISTÊNCIA DO SUBLEITO - PCN.....	121
14.7.	CÓDIGO PARA A PRESSÃO DE PNEUS ADEQUADA - PCN.....	122
14.8.	MÉTODO DE AVALIAÇÃO.....	122
14.9.	VALOR NUMÉRICO DO PCN.....	123
14.9.1.	RELAÇÃO PASSAGEM/CICLO DE TRÁFEGO P/TC.....	123
14.9.2.	SEÇÃO PAVIMENTO NOVO.....	123
14.10.	VALOR FINAL DO PCN.....	125
15.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO.....	127
15.1.	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO.....	128
15.2.	SUB BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE.....	132
15.3.	BASE DE SOLO MELHORADO COM CIMENTO E ADIÇÃO DE MATERIAL PÉTREO (BRITA).....	138
15.4.	IMPRIMAÇÃO.....	145
15.5.	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ.....	149
15.6.	TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO.....	165
15.7.	NOTAS DE SERVIÇO_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	173
15.8.	CONSUMO DE MATERIAIS_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	173
16.	PROJETO DE SINALIZAÇÃO.....	175

17.	PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	181
18.	PROJETO DE DRENAGEM.....	183
18.1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	184
18.2.	CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL	184
18.2.1.	DRENAGEM DE TRANSPOSIÇÃO DE TALVEGUES.....	185
18.2.2.	DRENAGEM SUPERFICIAL:.....	185
18.2.3.	DRENAGEM DO PAVIMENTO:	186
18.3.	CADASTRO DAS OBRAS EXISTENTES.....	186
18.4.	PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL.....	186
18.5.	VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA	187
18.5.1.	DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO PELO MÉTODO RACIONAL 187	
18.5.2.	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DOS DISPOSITIVOS PELA FÓRMULA DE MANNING, ASSOCIADA À EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE:	188
18.6.	PLANILHAS DE CÁLCULOS - COMPRIMENTOS CRÍTICOS	189
18.6.1.	TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTOS DE SARJETAS (II) – TSS-04	189
18.6.2.	SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO SZC-01	190
18.6.3.	SARJETAS DE CANTEIRO CENTRAL SCC-04.....	191
18.6.4.	DISSIPADOR DE ENERGIA PARA DESCIDAS D’AGUA – DEB-09.....	192
18.7.	EXECUÇÃO DESCIDAS E ENTRADAS D’AGUA	193
18.8.	MATERIAIS.....	194
18.9.	EQUIPAMENTOS	194
18.9.1.	PROCESSO EXECUTIVO ADEQUADO	194
18.9.2.	PROCESSO EXECUTIVO ALTERNATIVO.....	195
18.9.3.	PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS	195
18.9.4.	EXECUÇÃO DE DRENOS.....	196
18.9.5.	CONDIÇÕES GERAIS	198
18.9.6.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	199

18.9.6.1.	TUBOS	199
18.9.6.1.1.	TUBOS DRENO PERFURADOS.....	199
18.9.6.1.2.	TUBOS DRENO CORRUGADOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE - PEAD	199
18.9.6.1.3.	TUBOS DRENO PERFURADOS DE CONCRETO OU DE CERÂMICA	199
18.9.6.1.4.	TUBOS COLETORES (NÃO PERFURADOS).....	200
18.9.6.1.5.	TUBOS COLETORES DE CONCRETO OU DE CERÂMICA	200
18.9.6.1.6.	TUBOS COLETORES DE METAL	200
18.9.6.1.7.	TUBOS POROSOS DE CONCRETO.....	200
18.9.6.1.8.	TUBOS DE CONCRETO DE CIMENTO.....	200
18.9.6.2.	MATERIAL FILTRANTE.....	202
18.9.6.3.	MATERIAL DE REJUNTAMENTO.....	204
18.9.7.	EQUIPAMENTOS	204
18.9.8.	EXECUÇÃO	205
18.9.9.	PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS	206
18.10.	EXECUÇÃO MEIO FIO DE CONCRETO	207
18.10.1.	MATERIAIS.....	207
18.10.2.	EQUIPAMENTOS	207
18.10.3.	PROCESSO EXECUTIVO ADEQUADO	208
18.10.4.	PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS	208
18.11.	EXECUÇÃO SARJETAS E VALETAS	209
18.11.1.	MATERIAIS.....	209
18.11.1.1.	CONCRETO DE CIMENTO	209
18.11.1.2.	REVESTIMENTO VEGETAL.....	210
18.11.2.	EQUIPAMENTOS	210
18.11.3.	EXECUÇÃO.....	210
18.11.3.1.	SARJETAS E VALETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	210
18.11.3.2.	SARJETAS E VALETAS COM REVESTIMENTO VEGETAL	212

18.11.3.3.	SARJETAS E VALETAS NÃO REVESTIDAS.....	213
18.11.4.	PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS	213
18.12.	NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM.....	214
18.13.	REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	216

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO	23
FIGURA 2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO AERÓDROMO EM RELAÇÃO A SEDE DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO	23
FIGURA 3 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO AERÓDROMO	35
FIGURA 4 – MAPA DE VEGETAÇÃO: DA – FLORESTA OMBRÓFILA Densa ALUVIAL; DS - FLORESTA OMBRÓFILA Densa SUBMONTANA; VS.D - VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA, AP.D - PECUÁRIA (PASTAGEM). REGIÃO DE FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA: AS – FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA SUBMONTANA. AP.A - PECUÁRIA (PASTAGEM), VS.A - VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA (FONTE IBGE 2008)	38
FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA (FONTE IBGE 2014)	39
FIGURA 6 – MAPA DE CLIMA (FONTE IBGE 2014).....	40
FIGURA 7 – MAPA DE SOLOS (FONTE IBGE 2008).....	41
FIGURA 8 – CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO (ATR 42-300).....	49
FIGURA 9 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (1)	52
FIGURA 10 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (2)	53
FIGURA 11 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (3)	54
FIGURA 12 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (4)	55
FIGURA 13 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (5)	56
FIGURA 14 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (6)	57
FIGURA 15 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (7)	58
FIGURA 16 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (8)	59
FIGURA 17 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (9)	60
FIGURA 18 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (10)	61
FIGURA 19 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (11)	62
FIGURA 20 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (12)	63
FIGURA 21 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (13)	64
FIGURA 22 – MAPA CLIMATOLÓGICO (WLADIMIR KOPPEN)	69
FIGURA 23 – MAPA CLIMATOLÓGICO (IBGE)	70
FIGURA 24 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA UTILIZADA.....	72
FIGURA 25 – DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA UTILIZADA	72
FIGURA 26 – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS	74
FIGURA 27 – MAPA DAS ISOZONAS.....	75
FIGURA 28 – MAPA DAS ISOZONAS.....	80
FIGURA 29 – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA X TEMPO.....	82
FIGURA 30 – INTENSIDADE X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA PARA 5, 10, 15, 25, 50 E 100 ANOS	83

FIGURA 31 – ALTURA X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA PARA 5, 10, 15, 25, 50 E 100 ANOS	84
FIGURA 32 – ÁBACO UTILIZADO PARA O PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA PISTA (FONTE ATR-42 AGOSTO 01/91)	102
FIGURA 33 – CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO (ATR 42-300).....	112
FIGURA 34 – RELATÓRIO DE DIMENSIONAMENTO (FAA)	115
FIGURA 35 – RELATÓRIO DE DIMENSIONAMENTO (FAA) (2)	116
FIGURA 36 – ESTRUTURA DO PAVIMENTO DIMENSIONADO	116
FIGURA 37 – ESTRUTURA DO PAVIMENTO DIMENSIONADO	123
FIGURA 38 – PAVIMENTO PROJETADO E EQUIVALENTE	124
FIGURA 39 – RESULTADO DO PROGRAMA COMFAA PARA A ESTRUTURA DO PAVIMENTO	125
FIGURA 41 – DETALHE DAS FAIXAS DE CABECEIRA	176
FIGURA 41 – DETALHE PONTO DE VISADA	177
FIGURA 41 – DETALHES ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL (1)	178
FIGURA 41 – DETALHE LINHAS DE BORDO DE PÁTIO.....	178
FIGURA 41 – DETLAHE LINHAS DO ESTACIONAMENTO DE AERONAVES	179
FIGURA 41 – DETLAHE DOS NÚMEROS	179
FIGURA 40 – DETALHES TSS-04	189
FIGURA 41 – DETALHES TSS-04 (2).....	190
FIGURA 42 – SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO SZV-01.....	191
FIGURA 44 – SARJETA DE CANTEIRO CENTRAL DE CONCRETO SCC-04.....	192
FIGURA 46 – DISSIPADOR DE ENERGIA – DEB-01	192
FIGURA 47 – DETALHE DE DRENO PROFUNDO	196
FIGURA 48 – DETALHE DE DRENO CEGO.....	198

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO	32
TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM	44
TABELA 3 – TRÁFEGO DE DIMENSIONAMENTO PARA O AERÓDROMO DE NOVO PROGRESSO (MIX DE AERONAVES – INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR ANAC IS 61-004)	47
TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO – ATR 42-300.....	48
TABELA 5 – REQUISITOS GEOMÉTRICOS PARA CÓDIGO 2C IFR – ATR 42-300	101
TABELA 6 – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS REQUERIDAS	104
TABELA 7 – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM – FAIXA DE PISTA, FAIXA PREPARADA E RESA REQUERIDA.....	105
TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM	107
TABELA 9 – RESUMO DOS ESTUDOS DO SUBLEITO.....	108
TABELA 10 – GRANULOMETRIA PARA BASE GRANULAR	109
TABELA 11 – CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS ESTUDADAS (1)	110
TABELA 12 – CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS ESTUDADAS (2)	110
TABELA 13 – COMISSONAMENTO DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM.....	111
TABELA 14 – RELAÇÃO DE AERONAVES PROJETADAS	112
TABELA 15 – ESTRUTURAS DOS PAVIMENTOS AVALIADOS.....	120
TABELA 16 – MIX DE AERONAVES	120
TABELA 17 – CÓDIGOS PARA O TIPO DE PAVIMENTO DAS ESTRUTURAS EM ANÁLISE....	121
TABELA 18 – CÓDIGOS DE CATEGORIA DO SUBLEITO DO SISTEMA PCN.....	121
TABELA 19 – CÓDIGOS PARA A RESISTÊNCIA DO SUBLEITO DAS ESTRUTURAS EM ANÁLISE.....	121
TABELA 20 – CÓDIGOS DE PRESSÃO DE PNEUS DO SISTEMA PCN	122
TABELA 21 – CÓDIGOS DE PRESSÃO DE PNEUS DAS ESTRUTURAS EM ANÁLISE	122
TABELA 22 – CÓDIGOS PARA OS PAVIMENTOS DO AERÓDROMO DE NOVO PROGRESSO	122
TABELA 23 – CARACTERÍSTICAS DA MISTURA ASFÁLTICA	152
TABELA 24 – GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS.....	166
TABELA 25 – NOTAS DE SERVIÇO_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA.....	173
TABELA 25 – CONSUMO DE MATERIAIS_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	174
TABELA 24 – NOTAS DE SERVIÇO – ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	180

LISTA DE ABREVIATURAS

ACN - Número de Classificação da Aeronave

PCN - Número de Classificação de Pavimento

AIP - Publicação de Informações Aeronáuticas

AIS - Serviço de Informação Aeronáutica

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil

ASA - Área de Segurança Aeroportuária

ICAO - International Civil Aviation Organization

ASDA - Accelerate and Stop Distance Available (distância disponível p/ aceleração e parada)

APP - Área de Proteção Ambiental

BGS - Brita Graduada Simples

BGTC - Brita Graduada Tratada com Cimento

CAB - Cabeceira de pista de pouso e decolagem

CBA - Código Brasileiro de Aeronáutica

CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo

DME - Distance Measuring Equipment (Equipamento de Medição de Distância)

DNPM - Departamento Nacional de Proteção Mineral

SEM - Estação Meteorológica de Superfície

EVT - Estudo de Viabilidade Técnica

FAA - Federal Aviation Association

PMD/MTOW - Peso Máximo de Decolagem

PPD - Pista de Pouso e Decolagem

PTR - Pista de Táxi / Rolamento

RBAC - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

RESA - Área de Segurança de Fim de Pista

BIBLIOGRAFIA

- ✓ Anexo14 da ICAO, Volume 1 - Aeródromos, cap. 5 e 8;
- ✓ Manual de Projeto de Aeroportos - Parte 4 - Auxílios Visuais;
- ✓ Manual de Projeto de Aeroportos - Parte 5 – Sistemas Elétricos
- ✓ AC 150/5340-14B Economy Approach Lighting Aids;
- ✓ AC 150/5340-18C Standards for airport sign systems;
- ✓ AC 150/5340-21 Airport Miscellaneous Lighting Visual Aids;
- ✓ AC 150/5340-29 Installation Details for land and hold short lighting systems;
- ✓ AC 150/5345-1V Approved Airport Equipment;
- ✓ AC 150/5345-3E Specification for L-821, panels for control of airport lighting;
- ✓ AC 150/5345-5A Circuit Selector Switch;
- ✓ AC 150/5345-7E Specification for L-824 underground electrical cable for airport lighting circuits;
- ✓ AC 150/5345-10E Specification for constant current regulator monitors;
- ✓ AC 150/5345-13A Specification for L-841 auxiliary relay cabinet assembly for pilot control of airport lighting circuits;
- ✓ AC 150/5345-26C Specification for L-823, plug and receptacle, cable connectors;
- ✓ AC 150/5345-42C Specification for airport light bases, transformer housings, junction boxes, and accessories;
- ✓ AC 150/5345-43E Specification for obstruction lighting equipment;
- ✓ AC 150/5345-44F Specification for taxiway and runway signs;
- ✓ AC 150/5345-45A Lightweight approach light structure;
- ✓ AC 150/5345-46B Specification for runway and taxiway light fixtures;
- ✓ AC 150/5345-47A Isolation transformers for Airport lighting Systems;
- ✓ AC 150/5345-51 Specification for Discharge-Type Flasher Equipment;
- ✓ AC 150/5345-53B Airport Lighting Equipment Certification Program;

- ✓ AC 150/5345-54A Specification for L-884, power and control unit for land and hold Short Lighting Systems;
- ✓ AC 150/5360-11 Energy Conservation for Airport Buildings;
- ✓ AC - 150/5320/6D 07/07/95 – Federal Aviation Administration – U.S. Department of Transportation - Advisory Circular
- ✓ NSMA 85-2 – Normas de Infraestrutura da DIRENG, de 11/10/1979;
- ✓ Portaria n ° 256/GC5, de 13/05/2011, do Ministério da Aeronáutica;
- ✓ Comando da Aeronáutica - IMA 58-10 DE 09/07/90.
- ✓ ANAC - Portaria N° 908/SIA, de 13 de abril de 2016;
- ✓ ANAC - Portaria N° 1.540/SIA, de 12 de junho de 2020;
- ✓ ANAC - Portaria N° 708/SIA, de 12 de março de 2020;
- ✓ ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil – Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 154 – 11 de maio de 2009.
- ✓ EMBRAER - Manual de Operação da Aeronave
- ✓ BRASIL – Departamento de Aviação Civil (DAC) “Instruções para Concessão e Autorização de Construção, Homologação, Registro, Operação, Manutenção e Exploração de Aeródromos Cíveis e Aeroportos Brasileiros” Instruções do Ministério da Aeronáutica, IMA 58-10, de 16 de julho de 1990.
- ✓ ABPV – Projeto de Pavimento de Aeroportos Método FAA-ICAO – Comissão de Aeroportos.
- ✓ AUGUSTO, César Augusto - Projeto de Drenagem e Controle de Erosão – Apostila
- ✓ - outubro de 1991
- ✓ CEDERGREN, Harry R, - Drenagem dos Pavimentos de Rodovias e Aeródromos – Rio de Janeiro 1980 – DNIT
- ✓ BAPTISTA, Cyro Nogueira – Pavimentação - 1976.
- ✓ HORONJEFF, R - Aeroportos, Planejamento e Projeto – 1966.
- ✓ SENÇO, Wlastermiler - Manual de Técnicas de Pavimentação — Editora Pini – 1997
- ✓ NEMA - National Electrical Manufactural Commission;
- ✓ ANSI - American National Standard Institute;

- ✓ IEC - International Electrotechnical Commission;
- ✓ IEC60146-1 e IEC60146-2 Convertisseurs a semiconducteurs;
- ✓ DIN - Deutsche Industrie Normen;
- ✓ IEEE -Institute of Electrical and Electronic Engineers;
- ✓ NEC - National Electrical Code;
- ✓ ASTM - American Society for Testing and Materials;
- ✓ EIA - Electronic Industries Association;
- ✓ Normas do Ministério do Trabalho e Emprego;
- ✓ Legislação (Códigos, Leis, Decretos e Normas) Federal/Estadual/Municipal vigente aplicável;
- ✓ Manual de Obras Públicas – Edificações – Práticas da SEAP de Projeto;
- ✓ Norma Regulamentadora Nº 10 – Instruções e resoluções dos órgãos do sistema CREA – CONFEA;
- ✓ Portaria 3214 de 08/05/78 - Ministério do Trabalho; NR - 17 – Ergonomia;
- ✓ NR - 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade. Portaria nº 598, de 07/12/2004 (D.O.U.) de 08/12/2004 – Seção 1. Ementa: Portaria nº126, de 03/06/2005 (D.O.U.) de 06/06/2005 – Seção 1.
- ✓ NORMA DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Terminologia;
- ✓ NORMA DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento
- ✓ NORMA DNIT 031/2006 – ES: Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificação de serviço;
- ✓ NORMA DNIT 154/2010 – ES: Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos – Especificação de Serviço;
- ✓ NORMA DNIT 159/2011 – ES: Pavimentos asfálticos – Fresagem a frio – Especificação de serviço;
- ✓ NORMA DNIT 147/2012 – ES: Pavimentos asfálticos – Tratamento Superficial Duplo – Especificação de serviço;

- ✓ NORMA DNIT 145/2012 – ES: Pavimentação – Pintura de ligação com ligante asfáltico – Especificação de serviço;
- ✓ NORMA DNIT 144/2014 – ES: Pavimentação – Imprimação com ligante asfáltico – Especificação de serviço;
- ✓ NORMA DNIT 011/2004 – PRO: Gestão da Qualidade em Obras Rodoviárias – Procedimento;
- ✓ Artigo 88 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB);
- ✓ Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume IV – Sinalização Horizontal;
- ✓ Resolução N. 160 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN);
- ✓ NORMA DNER-PRO 175/94: Aferição de Viga Benkelman;
- ✓ NORMA DNER-ME 024/94: Pavimento – determinação das deflexões pela Viga Benkelman;
- ✓ NORMA DNER-ME 086/94: Agregado – determinação do Índice de forma;
- ✓ NORMA DNER-ME 089/94: Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio;
- ✓ DNER-ME 083/98: Agregados – análise granulométrica;
- ✓ NORMA DNER-EM 369/97: Emulsões asfálticas catiônicas;
- ✓ NORMA DNER-ME 004/94: Material betuminoso – determinação da viscosidade Saybolt-Furol a alta temperatura método da película delgada;
- ✓ NORMA DNER-PRO 277/97: Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- ✓ NORMA DNIT 070/2006-PRO: Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento;
- ✓ NORMA DNIT 078/2006-PRO: Condicionantes ambientais pertinentes à segurança rodoviária na fase de obras – Procedimento
- ✓ Portaria Interministerial nº 288 de 16 de julho de 2013 do Ministério de Meio Ambiente e dos Transportes;
- ✓ Norma Regulamentadora NR.18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
- ✓ Manual de Pavimentação – IPR 719 – DNIT/2006;
- ✓ Manual de Conservação Rodoviária – IPR 710 – DNIT/2005;

- ✓ Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos – IPR 720 – DNIT/2006;
- ✓ Manual de Sinalização Rodoviária – DNER/1999;
- ✓ Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias – IPR 709 – DNIT/2004;
- ✓ Manual de Projeto de Obras-de-Arte Especiais – DNER/2006;
- ✓ Manual de Construção de Obras-de-Arte Especiais – DNER/1995;
- ✓ Norma DNIT 013/2004-PRO – Requisitos para a qualidade em obras rodoviárias – Procedimento;
- ✓ Norma DNIT 014/2004-PRO – Requisitos para a qualidade em supervisão de obras rodoviárias – Procedimento;
- ✓ Instrução de Serviço DG nº 13 de 04 de novembro de 2013 – Define e Padroniza os procedimentos técnicos e administrativos para recebimento de obras rodoviárias de pavimentação de pavimentos novos e restaurados – que foram objeto de intervenções de caráter estrutural;
- ✓ NBR 6.118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ✓ NBR 6.122/2010 – Projeto e execução de fundações – Procedimento;
- ✓ NBR 6.123/1988 Errata 2:2013 – Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- ✓ NBR 7.187/2003 – Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – Procedimento;
- ✓ NBR 7.188/2013 – Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre – Procedimento;
- ✓ NBR 8.800/2008 – Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios – Procedimento;
- ✓ NBR 14323:2013 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio;
- ✓ NBR 8.953/2015 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência - Classificação;
- ✓ NBR 8.681/2003 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- ✓ NBR 9.062/2006 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
- ✓ NBR 12.655/2015 – Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento;
- ✓ NBR 13.334/2007 – Levantamentos Topográficos – Procedimento;

- ✓ NBR 14.931/2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- ✓ NBR 7.480/2007 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado –
- ✓ NBR 7.482/2008 – Fios de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação;
- ✓ NBR 7.483/2008 – Cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido – Especificação;
- ✓ NBR 7.484/2009 – Barras, cordoalhas e fios de aço destinados a armaduras de protensão – Método de ensaio de relaxação isotérmica;
- ✓ NBR 7.211/2009 – Agregados para concreto – Especificação;
- ✓ NBR 10.908/2008 – Aditivos para argamassa e concreto – Ensaio de caracterização;
- ✓ NBR 11.768/2011 – Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos;
- ✓ NBR 15.577/2008 – Agregados – Reatividade álcali-agregado;
- ✓ IS-201 – Estudos de Tráfego em Rodovias;
- ✓ IS-202 – Estudos Geológicos;
- ✓ IS-203 – Estudos Hidrológicos;
- ✓ IS-204 – Estudos Topográficos para Projetos Básicos de Engenharia para Construção de Rodovias Rurais;
- ✓ IS-206 – Estudos Geotécnicos;
- ✓ IS-207 – Estudos de Traçado;
- ✓ IS-208 – Projeto Geométrico;
- ✓ IS-209 – Projeto de Terraplenagem;
- ✓ IS-210 – Projeto de Drenagem;
- ✓ IS-211 – Projeto de Pavimentos Flexíveis;
- ✓ IS-213 – Projeto de Interseções, Retornos e Acessos;
- ✓ IS-214 – Projeto de Obras de Arte Especiais;
- ✓ IS-215 – Projeto de Sinalização;
- ✓ IS-216 – Projeto de Paisagismo;
- ✓ IS-217 – Projeto de Dispositivo de Proteção (Defensas e Barreiras);
- ✓ IS-218 – Projeto de Cercas;

- ✓ IS-219 – Projeto de Desapropriação;
- ✓ IS-220 – Orçamento da Obra;
- ✓ IS-225 – Projeto de Pavimentos Rígidos;
- ✓ NORMA DNIT 102/2009 - Proteção do corpo estradal – Proteção vegetal - Especificação de serviço;
- ✓ ABNT NBR 9452:2019: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento
- ✓ NORMA DNIT 010/2004 – PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento

1. APRESENTAÇÃO

No presente **Volume 1 – Relatório de Projeto Executivo** é apresentado o dimensionamento da pista de pouso e decolagem – PPD do Aeródromo da Cidade de Novo Progresso - SJNP, bem como o dimensionamento da via municipal de acesso ao aeródromo, ligação entre a rodovia BR-163 e o sítio aeroportuário.

O **Volume 2 – Projeto de Execução** contém as plantas, perfis, seções transversais, seções tipo de Pavimentação, perfil de sistema de Drenagem, curvas de nível e demais elementos de projeto necessários à execução da obra projetada.

É apresentado em formato.

O **Volume 3 – Orçamento** tem como finalidade apresentar o custo de todas as obras necessárias para à execução do Projeto, indicando e justificando os métodos adotados e demais elementos utilizados na elaboração do mesmo.

É apresentado em formato A4.

Nos tópicos seguintes deste volume são apresentados os estudos e relatórios objeto do Projeto Executivo de Pavimentação da PPD e do acesso ao Aeródromo da cidade de Novo Progresso, estado do Pará.

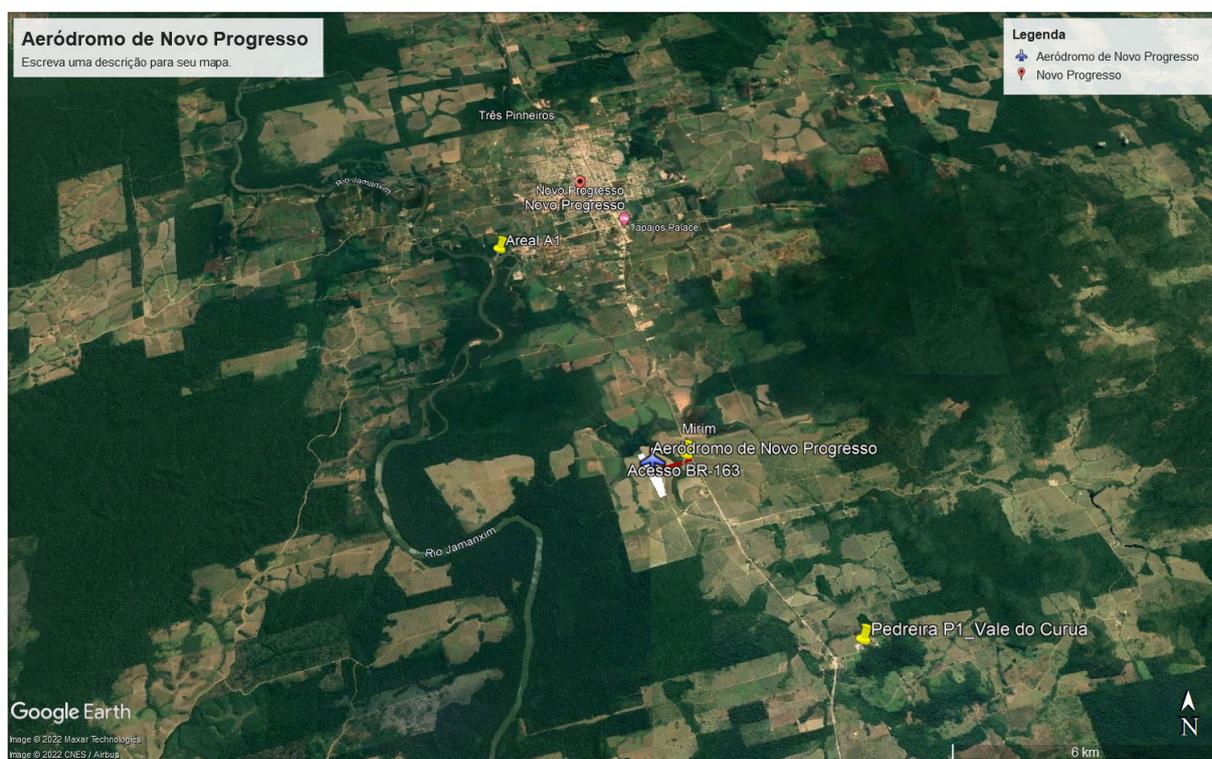
2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Nas figuras a seguir é apresentada, no contexto Estadual, a localização do Aeródromo de Novo Progresso – SJNP.

FIGURA 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO



FIGURA 2 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO AERÓDROMO EM RELAÇÃO A SEDE DO MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO



3. CONTEXTUALIZAÇÃO REGIONAL

O Estado do Pará é uma das 27 Unidades Federativas do Brasil. Está situado no Centro da Região Norte do Brasil e tem por limites os Estados do Amapá a norte, Roraima a noroeste, Amazonas a oeste, Mato Grosso a sul, Tocantins a sudeste, Maranhão a leste, além dos países, República do Suriname e a República Cooperativa da Guiana ao extremo norte.

É dividido em 144 Municípios e sua área total é de 1.246.689,515 km², o que equivale a 14,66% da superfície do Brasil. Também faz parte do seu território a ilha de Marajó, localizada na foz do rio Amazonas no arquipélago do Marajó.

Com uma área de aproximadamente 40.100 km², é a maior ilha costeira flúvio-marítima do mundo. A capital do Estado do Pará é o Município de Belém e seu atual governador é o Sr. Helder Zehluth Barbalho.

Com uma população de 8,014 de habitantes (IBGE, julho de 2014), o equivalente a cerca de 4,0% da população brasileira, Pará é o 9º Estado mais populoso do Brasil. Na sua formação, no século XVII o Estado teve um elevado número de imigrantes portugueses e italianos; a emigração dos libaneses para o Pará se deu na metade do século XIX e os primeiros franceses também chegaram nesse mesmo século. Os imigrantes japoneses chegaram em 1926 formando a terceira maior colônia japonesa do Brasil.

Em 2011, a participação do Estado do Pará no PIB era de 2,1% colocando o Estado na 12ª posição no ranking nacional.

As principais atividades econômicas são o extrativismo mineral (ferro, manganês, calcário, ouro e estanho), vegetal (exploração de madeira), a agricultura, pecuária e turismo. Suas terras possuem grandes reservas de cobre e bauxita, utilizadas na fabricação do alumínio.

O Pará é um dos Estados que mais desmatam na Região Norte do país, por conta da extração da madeira e da pecuária. A criação de búfalos, na ilha de Marajó, é a maior do Brasil, com mais de 400 mil cabeças.

Também é um dos maiores produtores de castanha, pimenta do reino, côco da Bahia e banana. Mas recentemente, as indústrias estão investindo no reflorestamento de áreas devastadas e na produção de carvão de côco da palmeira Babaçu, que não devasta áreas da floresta nativa.

Com a expansão da cultura da soja por todo o território nacional, e também pela falta de áreas livres a se expandir nas regiões sul, sudeste e até mesmo no centro-oeste (nas quais a soja se faz mais presente), as regiões sudeste e sudoeste do Pará tornaram-se uma nova área para essa atividade agrícola.

Pela rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163) é escoada boa parte da produção sojeira do Mato Grosso, que segue até o porto de Santarém, aquecendo a economia da cidade tanto pela exportação do grão como pela franca expansão de seu plantio: a produção local já representa 5% do total de grãos exportados.

A pauta de exportação do Pará, no ano de 2012, foi baseada em minério de ferro (59,46%), óxido de alumínio (8,19%), minério de cobre (6,06%), alumínio bruto (5,09%) e bovinos (3,60%).

O turismo vem crescendo no Estado, atraindo milhares de pessoas à região, todos os anos. As principais atrações podem ser encontradas na capital, Belém, que oferece excelente culinária, muita agitação e relíquias de seu rico passado.

As belas praias fluviais, a oeste do Estado, as marítimas, no leste, e os corredores de pesca esportiva são bastante procurados por turistas de todo o país.

Apesar da grande área territorial, tem poucos quilômetros de estradas pavimentadas. A Transamazônica, por exemplo, só é transitável de maio a outubro, época da seca.

Por sua localização geográfica na Amazônia, assim como sua maior aproximação com os Estados do Nordeste, o Pará possui um meio de transporte predominantemente hidroviário e rodoviário.

A parte leste do Estado, desde a região de Carajás até a capital estadual, Belém, está mais sujeita tanto ao transporte hidroviário quanto ao rodoviário, com destaque para a Rodovia Belém-Brasília, principal meio de transporte daquela região.

4. MUNICÍPIO DE NOVO PROGRESSO

Localizado no sudoeste do estado do Pará, na região de integração Tapajós, as margens da rodovia BR-163, no km 1.085, latitude 07°08'52" Sul, longitude 55°22'52" Oeste, e altitude de 240 metros. É limítrofe aos municípios de Itaituba, Altamira, Jacareacanga, e também ao estado do Mato Grosso, e a 1.639 km da capital do estado.

O clima é quente e úmido (equatorial) com temperatura média anual variando de 25° a 28°C. Apresenta pluviosidade média de 2.200 mm. As temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de agosto a dezembro e o período de maior precipitação pluviométrica é entre novembro e abril.

O acesso à cidade se dá através da Rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163), sendo a divisa do município com o estado de Mato Grosso a 367 km a Sul e a Norte a 79 km com o Distrito de Moraes de Almeida, Itaituba, PA.

Sua área abrange 38.277,7 km², que abriga 25.124 hab., dos quais 71% estão na área urbana e 29%, na área rural (IDESP 2012; IBGE, Censo Demográfico 2010).

O surgimento de Novo Progresso se deve a construção da rodovia Santarém – Cuiabá, que em 1973, adentrou a floresta amazônica. O primeiro morador da área foi Surfurino Ribeiro, em 1979. Em 1983, já se percebia um pequeno povoado, com uma igreja e um campo de futebol.

A principal atividade econômica é a indústria madeireira, embora existam atividades garimpeiras e pecuária de corte. Uma das atividades econômicas de crescimento recente é a mineração em escala industrial com a vinda de multinacionais do setor, pois o subsolo é rico em ouro, chumbo e granito. A cidade tem um comércio forte graças a atividade florestal principalmente da exportação de produtos manufaturados de madeiras de lei, tais como Ipê, Jatobá e Cumaru. A cidade abrigava pelo menos 35 grandes empresas ligadas ao setor, além de outras 20 de pequeno porte, que em certa época geravam uma soma de 4.650 empregos diretos e outros tantos indiretos. O comércio vem se desenvolvendo rapidamente na cidade com a vinda de grandes empresas nacionais de móveis e calçados, gerando muitos empregos, se tornando referência na região. Assim como a estrutura de serviços públicos com a construção de um novo hospital público.

Atualmente, o município possui três distritos, Riozinho das Arraias, Alvorada da Amazônia e Vila Izol-Km1000. O município possui várias povoações importantes, como:

Comunidade de Santo Antônio, no km 1.140; Vila Bandeirante, a 30 km da sede; Agrovila, no km 1.027; além de Santa Júlia, Nova Veneza, São José, Nova Veneza, Rosa Mística, Carro Velho, São Roque e a Comunidade de Linha Gaúcha.

O PIB nominal do município em 2009 foi de R\$ 150,4 milhões, ocupando o 9º lugar com 1,6% do PIB nominal estadual. No mesmo ano, o PIB per capita foi de R\$ 7 mil, ficando abaixo da média do estado de R\$ 8 mil per capita, e com valores crescentes na última década. O principal setor de geração de emprego em 2010 também foi o de serviços.

O número de domicílios e estabelecimentos com acesso à energia elétrica no município em 2010 alcançou 5.772 domicílios.

No quadro geral, a cidade é segura. O grupo de policiais militares se encontra estruturado com três viaturas e motos, o destacamento passou recentemente por reformas incorporando novos alojamentos, refeitório e dispensa. A Polícia Civil conta com um pequeno grupo, e uma viatura. A delegacia local também foi reformada e ampliada.

A cidade possui três hospitais: um público e dois particulares, ambos com estrutura inadequada ao tamanho da cidade. O hospital público tem dois médicos e um laboratório. Sabe-se que ainda faltam ambulâncias. Os casos de grande gravidade são encaminhados a grandes polos sub-regionais ou regionais.

Possui grande número de estudantes, do pré a universidade. O ensino público predomina, porém não detém grande estrutura física, assim como o ensino privado. No Ensino Superior, estão presentes apenas duas faculdades à distância, com cursos de Pedagogia, Ciências Contábeis, Turismo e Administração de empresas. O ensino privado é composto por três instituições. O ensino público é composto por quatro instituições de Ensino Infantil, sete de Ensino Fundamental e uma de Ensino Médio.

Atualmente, Novo Progresso conta com dois jornais escritos: o Folha do Progresso e o Tribuna do Povo, com circulação regular. Possui uma publicação bimestral da mini-revista Progresso VIP, e conta com uma rádio FM comunitária, e alguns sites de atualização diária, como o ProgressoVIP.com.br, DiaDiaProgresso.com, FolhadoProgresso.com.br, DigitalNoticias.com.br entre outros. O serviço de telefonia fixa é prestado pela Telemar e a cobertura móvel é feita pela TIM. Recentemente a Claro implantou seu sistema GSM. O acesso à Internet é possível apenas através de provedor wireless.

Desde 2006, todos os bairros contam com sistema de distribuição de água administrado pela empresa Águas de Novo Progresso. A coleta de lixo é feita frequentemente, mas a cidade não conta com sistema de esgoto e nem possui aterro sanitário. A pavimentação das ruas já alcança quase quinze quilômetros de ruas, mas apenas três quilômetros possuem sistemas de coleta de água pluvial. As ruas não pavimentadas são, em parte, cascalhadas, durante o período de baixa pluviosidade são molhadas para amenizar a poeira. Na época das chuvas, as condições decaem bastante e com a formação de lama.

A cidade possui agências do Banco do Brasil, Banco da Amazônia e Bradesco, além de uma Casa Lotérica, que representa a Caixa Econômica Federal. Também há postos de atendimento expresso do Bradesco e do Banco do Brasil, espalhados pela cidade. Os Correios também estão presentes, assim como um escritório da Celpa e um posto de atendimento da Telemar. O Fórum representa no município o Poder Judiciário e a Justiça Eleitoral. A cidade possui ainda o Cartório e outras entidades como a Receita Federal, JUCEPA, Adepará, SEFA e a Emater.

Novo Progresso serve também como ponto de ligação através dos transportes terrestres interurbanos, pois se localiza centralizadamente, sendo servido pelas empresas interestaduais, Real Norte, Satélite, Viação Ouro e Prata, Viação Medianeira além da Viação Tapajós. No Terminal Rodoviário também são encontradas empresas que seguem para comunidades e regiões de exploração minerais; as principais são Thomas Tur e Estrela da Manhã. A estrutura do aeroporto é moderada.

Turismo e Lazer: Cachoeiras do Rio Curuá - Complexo de várias quedas d'água, sendo que uma delas chega a ultrapassar 80 metros de altura; O Rio Jamanxim passa bem próximo da cidade. A Prainha, onde banhistas se divertem com as águas do rio; Balneário do Bambu - No local encontra-se um conjunto de piscinas naturais, formadas com a construção de represas.

As informações sobre as características sócio econômicas do município foram obtidas junto à Prefeitura Municipal.

5. CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO

O Aeroporto de Novo Progresso, com designação ICAO SJNP atende o Município de Novo Progresso. Opera apenas com empresas de Táxi Aéreo e empresários da região. Na tabela seguinte são apresentadas as características do aeródromo.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DO AERÓDROMO

CARACTERÍSTICAS	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Nome	Aeroporto de Novo Progresso	
Sigla ICAO	SJNP	Fonte ROTAER
Sigla IATA	Não possui	
Localização	Rodovia BR-163, sentido Norte, Lado Esquerdo	
Distância à sede municipal	12,00 km, sentido Sul, Lado Direito	
Coordenadas Geográficas	07°07'33" S / 055°24'03" W	Fonte ROTAER
Tipo de Aeroporto	Público	Fonte ROTAER
Tipo de Uso	Civil	
Horário de Funcionamento	7:00h às 19:00h	Fonte Prefeitura
Operador	Prefeitura	Fonte Prefeitura
Área Patrimonial	30,2466 ha	Estudo Topográfico
Altitude do Aeroporto	242 m	Estudo Topográfico
Temperatura de Referência	34,7° C	Fonte Prefeitura
Pressão Atmosférica	984,51hPa	Fonte Prefeitura
Pistas de Pouso e Decolagem	1.050 m x 28 m, não pavimentada, CAB 17/35	Estudo Topográfico
Aeronave de Projeto (Categoria de aeronave em operação)	Sem Informação	
Layout	Pista de pouso e decolagem com acesso ao pátio por uma pista de táxi (não homologada).	Estudo Topográfico
PCN Homologado	PIÇ5700Kg/0,50MPa	Fonte ROTAER
Tipos de aeronaves, rotas e empresas aéreas que as operam; Tipo de operação (aviação comercial, aviação geral, etc.); Operação visual ou por instrumento, precisão ou não precisão, diurno ou noturno;	Aviação Geral (Táxi Aéreo) Operação Visual diurna. Voo regular de Táxi Aéreo para malote e para 18 passageiros três dias por semana pela Empresa Piquiatuba, e Transporte Aeromédico.	Fonte Prefeitura

CARACTERÍSTICAS	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Frequência de Operações	>10	Fonte Prefeitura
Auxílios à Navegação	Biruta	Fonte Prefeitura

6. ASPECTOS AMBIENTAIS

O Aeroporto situa-se a sul da área urbana do município de Novo progresso, conforme apresentado na figura abaixo, e tem como principal via de acesso à Rodovia Federal BR-163.

O sítio aeroportuário encontra-se protegido por cerca de alambrado em todo seu entorno impedindo o acesso de animais de médio e grande porte provenientes das propriedades vizinhas. Apenas o portão de acesso não possui cerca de isolamento.

FIGURA 3 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO AERÓDROMO



6.1. VEGETAÇÃO

A região Amazônica é coberta predominantemente pela floresta úmida (Floresta Ombrófila), de terra firme, embora existam vários outros tipos de formações vegetais, incluindo as florestas inundáveis, pântanos, savana e capinarana.

No estado do Pará são encontradas seis regiões fitoecológicas: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual; Capinarana e Savana. As Áreas de Contato ou de Tensão Ecológica entre as formações e as Formações Pioneiras também se destacam.

Para descrição das formações vegetais predominantes no município de Novo Progresso foram utilizados como fonte as definições de IBGE (2012) e IBGE (2008).

De acordo com o mapa de vegetação do estado do Pará elaborado pelo IBGE (2008), o município de Novo Progresso, conforme pode ser observado na Figura a seguir, está inserido na Região de Floresta Ombrófila Densa e na Região de Floresta Ombrófila Aberta.

Na região de Floresta Ombrófila Densa ocorrem as formações Floresta Ombrófila Densa Submontana e, ao longo das margens do Rio Jamanxin e Rio Novo, a formação Floresta Ombrófila Densa Aluvial, além de áreas de Vegetação Secundária mais próximas à área urbana do município e áreas de pastagens (Pecuária), principalmente ao longo da BR-163.

Na Região de Floresta Ombrófila Aberta, predomina a Floresta Ombrófila Aberta Submontana, também já alterada com áreas de Vegetação Secundária e áreas de pastagens (Pecuária).

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial é a formação ribeirinha ou “floresta ciliar” que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando as planícies inundadas e periodicamente inundáveis.

Esta formação é constituída por macro, meso e microfanerófitos de rápido crescimento, em geral de casca lisa, tronco cônico, por vezes com a forma característica de botija e raízes tabulares.

Apresenta com frequência um dossel emergente uniforme, porém, devido à exploração madeireira, a sua fisionomia torna-se bastante aberta.

É uma formação com muitas palmeiras no estrato dominado e na submata, apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucos parasitas.

Exemplos de espécies que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa Aluvial ao longo do Rio Amazonas são: *Ceiba pentandra*, *Virola surinamensis*, *Virola surinamensis*, *Tapirira guianensis*, *Mauritia flexuosa*, *Euterpe oleracea*, *Calophyllum brasiliense*.

Floresta Ombrófila Densa Submontana ocupa áreas dissecadas do relevo montanhoso e dos planaltos com solos medianamente profundos, cujas cotas altimétricas estão entre 100 e 600 m.

A submata é integrada por plântulas de regeneração natural, poucos nanofanerófitos e caméfitos, além da presença de palmeiras de pequeno porte e lianas herbáceas em maior

quantidade.

Esta formação é composta por árvores que raramente ultrapassam 30 m de altura, formando uma cobertura vegetal mais ou menos uniforme, vez por outra interrompida pelas emergentes de maior porte.

A Floresta Ombrófila Aberta Submontana é uma formação observada por toda a Amazônia e mesmo fora dela, principalmente com a faciação floresta com palmeiras.

Na Amazônia, ocorrem as quatro faciações florísticas (com palmeiras, com cipó, com sororoca e com bambu), situadas acima de 100m de altitude e não raras vezes chegando a cerca de 600m.

Na floresta aberta com bambu, o gregarismo do bambu é significativo ao ponto de ela ser denominada de “floresta-de-bambu”, o que a torna uma comunidade especial e restrita.

A floresta-de-cipó era bastante expressiva no sul do Estado do Pará, principalmente nas depressões circulares do Pré-Cambriano e aí denominada de “mata-de-cipó”.

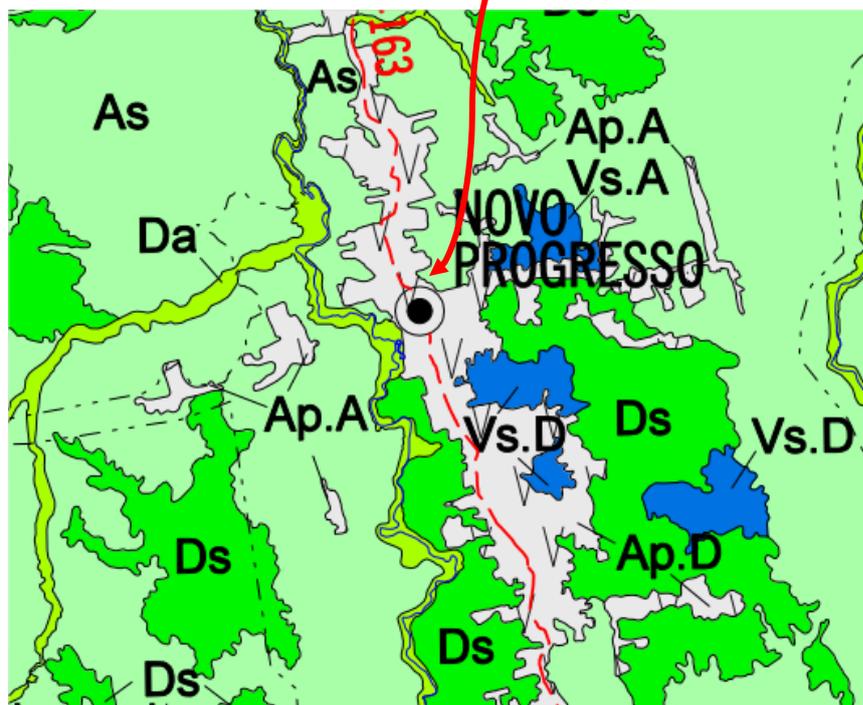
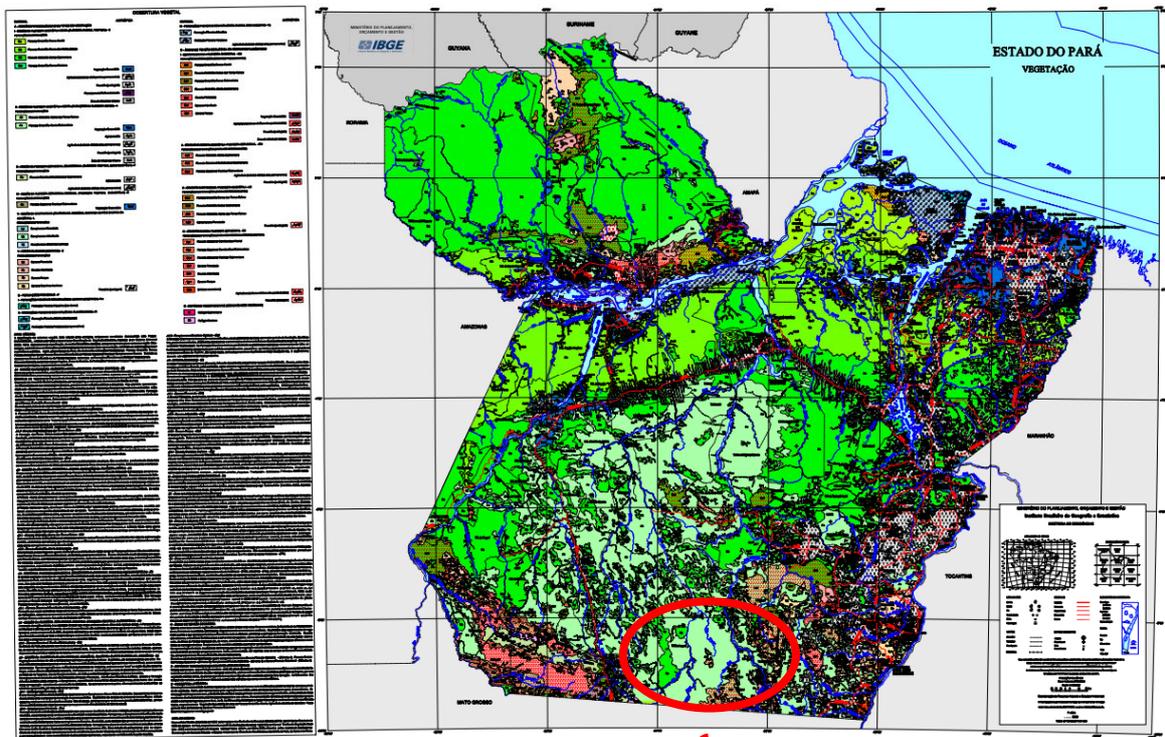
Nas encostas dos planaltos e nas serras, a floresta aberta com cipó apresenta uma fisionomia com elementos de alto porte isolados e envolvidos pelas lianas lenhosas.

A floresta aberta com sororoca é quase exclusiva da Bacia do Rio Xingu, e é a que apresenta menor representatividade dentro das faciações florísticas.

De acordo o Plano de Manejo da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo (MMA, 2009), durante a caracterização da vegetação da Reserva Biológica, não foi observada diferença florística entre a floresta densa e a floresta aberta.

Ambas apresentaram as mesmas espécies arbóreas de grande porte, como a castanheira (*Bertholletia excelsa*), o cumaru (*Dipteryx odorata*), a sumaúma (*Ceiba pentandra*), o mogno (*Swietenia macrophylla*), entre outras.

FIGURA 4 – MAPA DE VEGETAÇÃO: DA – FLORESTA OMBRÓFILA DENSA ALUVIAL; DS - FLORESTA OMBRÓFILA DENSA SUBMONTANA; VS.D - VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA, AP.D - PECUÁRIA (PASTAGEM). REGIÃO DE FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA: AS – FLORESTA OMBRÓFILA ABERTA SUBMONTANA. AP.A - PECUÁRIA (PASTAGEM), VS.A - VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA (FONTE IBGE 2008)



6.2.CLIMA

O clima é quente e úmido (equatorial) com temperatura média anual variando de 25° a 28 °C. Apresenta pluviosidade média de 2.200 mm.

As temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de agosto a dezembro e o período de maior precipitação pluviométrica é entre novembro e abril., conforme informações da figura a seguir.

FIGURA 5 – CLASSIFICAÇÃO DO CLIMA (FONTE IBGE 2014)

CLASSE DO POTENCIAL DE AGRESSIVIDADE CLIMÁTICA					
CLASSES	FATOR	ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO (%)	CARACTERÍSTICAS		PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)
			Nº DE MESES CHUVOSOS	Nº MESES SECOS	
ALTA (A)	1	< 35	12	0	> 3000
	2	> 55	5 a 6	5 a 6	1000 a 2750
MÉDIA (M)	1	< 35 e de 35 a 45	9 a 12	0 a 2	2250 a 3000
	2	> 55 e de 45 a 55	5 a 6	4 a 5	1250 a 2000
	3	45 a 55	7 a 8	3	> 3000
BAIXA (B)	1	35 a 45 e de 45 a 55	8	2 a 3	1750 a 2500
	2	45 a 55	7	2 a 3	1500 a 2250
	3	45 a 55	7	3 a 4	1750 a 2250

Nota:

Fator é a causa predominante que explica o potencial de agressividade do clima

- 1- áreas caracterizadas pelo excesso de umidade durante todo o ano;
- 2- áreas caracterizadas pela deficiência de umidade durante todo o ano;
- 3- áreas caracterizadas pela deficiência de umidade durante um período do ano.

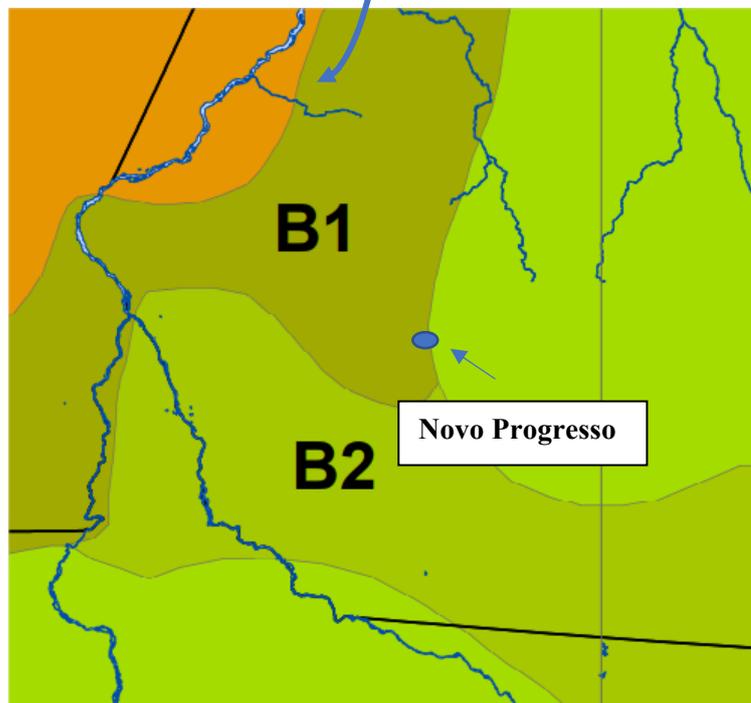
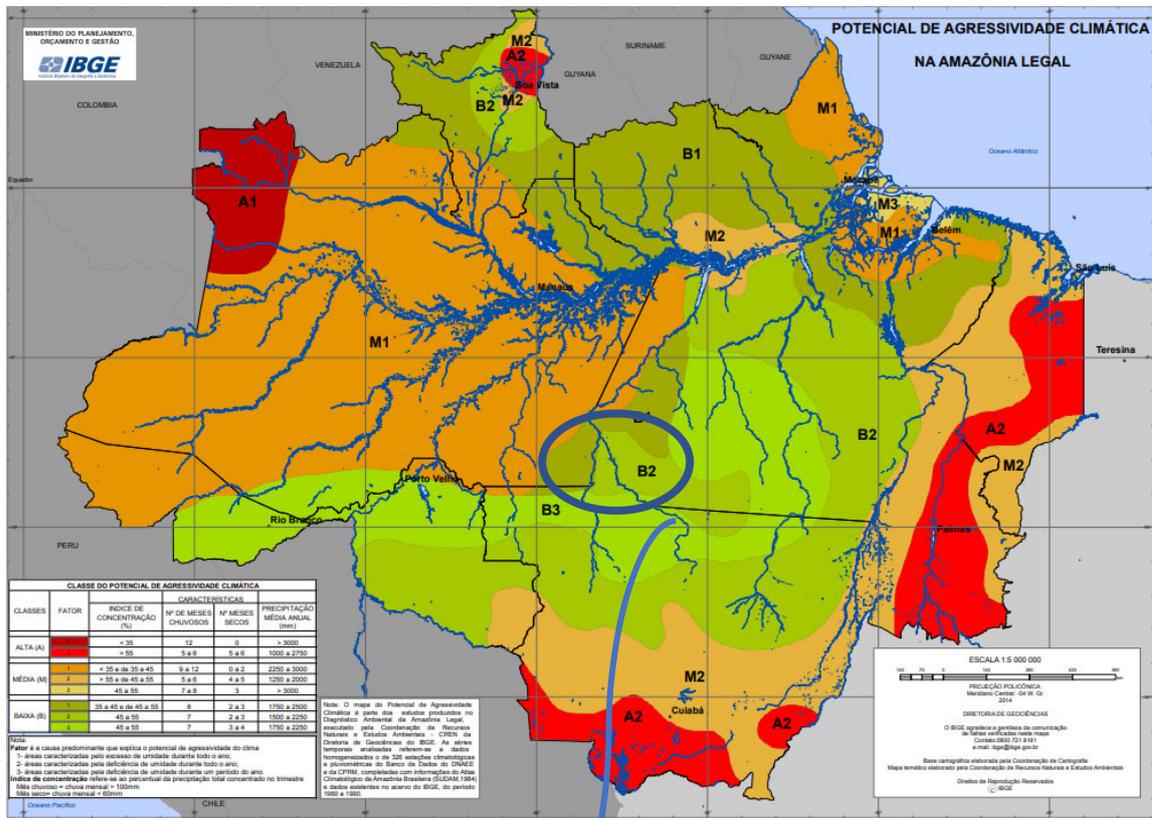
Índice de concentração refere-se ao percentual da precipitação total concentrado no trimestre

Mês chuvoso = chuva mensal > 100mm

Mês seco= chuva mensal < 60mm

Nas figuras a seguir é caracterizado o clima na região de Novo Progresso, estado do Para, com a posterior explicação dos tipos climáticos identificados nesta região do sul do estado do Pará.

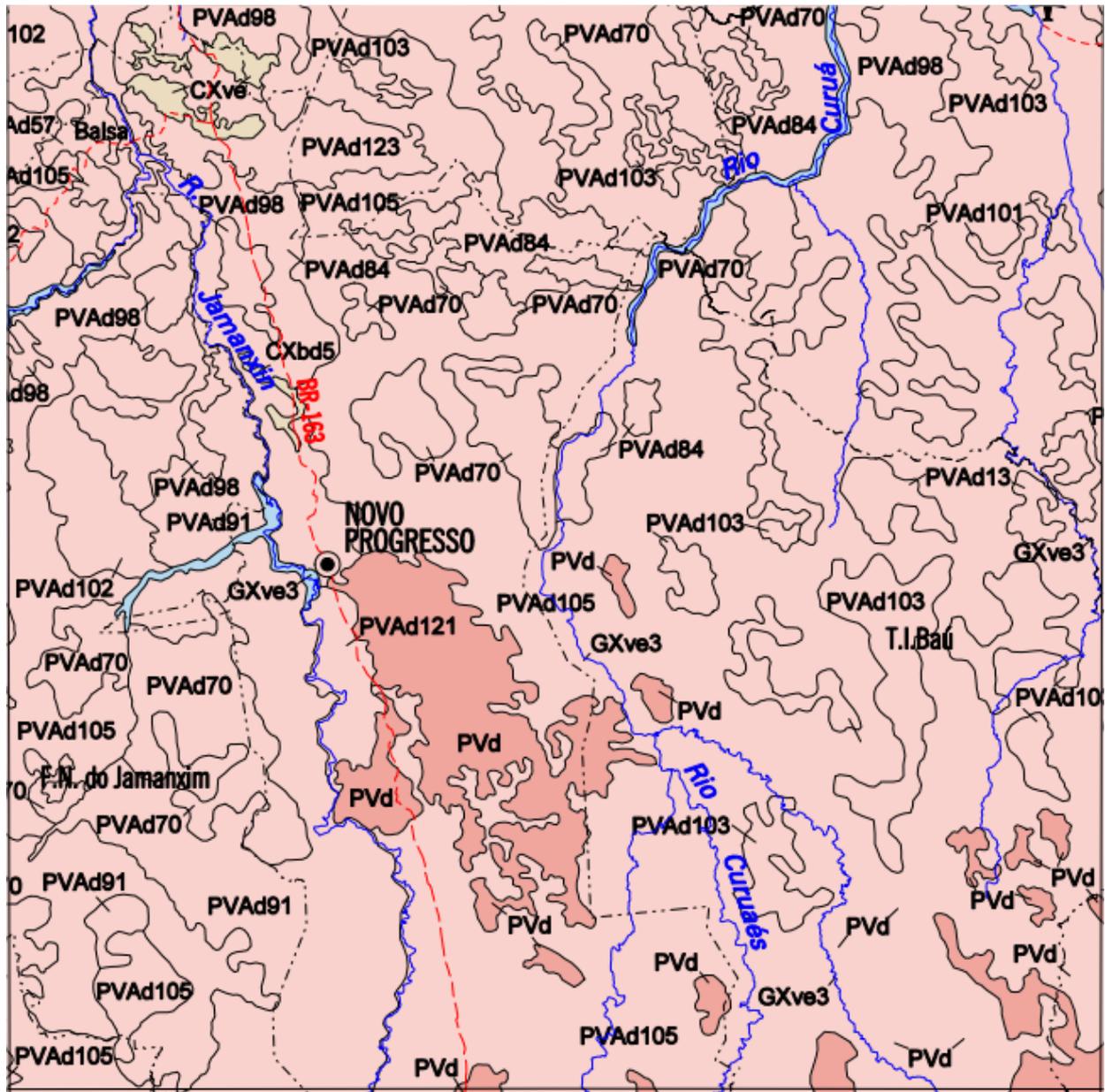
FIGURA 6 – MAPA DE CLIMA (FONTE IBGE 2014)



6.3.SOLOS

No mapa da figura a seguir são apresentados os tipos de solo, conforme classificação do IBGE, 2008.

FIGURA 7 – MAPA DE SOLOS (FONTE IBGE 2008)



PVd	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico
PVd típico, média/argilosa e argilosa, ondulado e forte ondulado + PVe típico + AR + PVAd típico	

PVAd

ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico

121- PVAd típico, média/argilosa e argilosa, suave ondulado e plano + PVAe típico + LVAd típico + PVAd petroplíntico

GXve

GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico

- 1- GXve típico, muito argilosa, plano + RYbd típico
- 2- GXve típico, indiscriminada, plano + GXbe típico + RYve típico
- 3- GXve típico, indiscriminada, plano + GXbe típico + RYve gleissólico + RYbd gleissólico

7. ESTUDOS PRELIMINARES DE PROJETO

O sítio aeroportuário se localiza junto à rodovia BR-163, e a 12,00 km do centro da cidade. Os fatores determinantes à pavimentação da PPD deste sítio, caracterizando como solução mais vantajosa e adequada para implantação do aeródromo foram os seguintes:

✓ **Área Patrimonial**

A área patrimonial do aeroporto tem forma de polígono regular e seu valor é de 30,2466 há. Não foi fornecida a escritura da área pela Prefeitura Municipal.

✓ **Possibilidade de expansão**

A área do sítio aeroportuário, além da expansão concebida neste projeto, permite outras futuras ampliações das suas instalações.

✓ **Ausência de obstáculos na zona de proteção**

Os obstáculos existentes estão dentro dos limites previstos nas normas aeronáuticas.

✓ **Economia da Pavimentação**

As características topográficas do aeroporto, permitiram o lançamento de um greide de pavimentação com o mínimo movimento de terras, reduzindo assim o custo final da obra.

✓ **Condições Meteorológicas**

Devido e inexistência de posto de observação meteorológica no município de Novo Progresso, foi necessário à obtenção das respectivas informações na Prefeitura Municipal, no ROTAER, no Plano Aeroviário do Estado do Pará, e nas informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Novo Progresso referentes ao Aeroporto de Jacareacanga.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

CARACTERÍSTICAS	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Nome	Aeroporto de Novo Progresso	
Sigla ICAO	SJNP	Fonte ROTAER
Localização	Rodovia BR-163, sentido Norte, Lado Esquerdo	
Distância à sede municipal	12,00 km, sentido Sul, Lado Direito	

CARACTERÍSTICAS	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Coordenadas Geográficas	07°07'33" S / 055°24'03" W	Fonte ROTAER
Tipo de Aeroporto	Público	Fonte ROTAER
Altitude do Aeroporto	242 m	Estudo Topográfico
Temperatura de Referência	34,7° C	Fonte Prefeitura
Pressão Atmosférica	984,51hPa	Fonte Prefeitura
Pistas de Pouso e Decolagem	1.050 m x 28 m, não pavimentada, CAB 17/35	Estudo Topográfico
Ventos predominantes	Fracos na direção norte, nordeste	

7.1. PARÂMETROS DEFINIDORES DE PROJETO

Ao longo dos últimos anos verificou-se um aumento significativo do tráfego aéreo em todo o Brasil. No Estado do Pará, especificamente na região sul, o crescimento foi impulsionado, principalmente, pelas políticas públicas de incentivo ao agronegócio. Como consequência surgiram operações com aeronaves de maior porte e capacidade de transporte de passageiros e de cargas, demandando essa evolução a necessidade de implantação terminais e, na mesma tendência, pavimentos – pistas e pátios – mais funcionais, seguros e resistentes.

Os pavimentos aeroportuários, na opinião de Oliveira (2008 e 2009), devem proporcionar aos seus usuários um nível de serviço elevado com o objetivo de garantir condições mínimas de segurança operacional, reduzindo os acidentes e/ou incidentes envolvendo aeronaves.

A deterioração normalmente evidenciada pelo aparecimento de diferentes tipos de defeitos, causados pela combinação de condições climáticas, ambientais, pelas operações de pousos, decolagens, deslocamentos das aeronaves, materiais utilizados e técnicas construtivas não pode se tornar fator contribuinte para a ocorrência dos acidentes e/ou incidentes citados anteriormente.

Segundo Hudson et al (1997), os defeitos são frequentemente utilizados como medida de desempenho de pavimentos de aeroportos e dependendo do grau de severidade apresentado pelo pavimento, pequenas partículas provenientes de sua deterioração podem tornarem-se perigos potenciais, se sugadas pelos motores das aeronaves.

Nesse sentido é importante que os pavimentos aeroportuários possuam uma condição

estrutural satisfatória de modo que não apresentem problemas que comprometam adversamente a segurança e o desempenho das aeronaves e, de tal modo, suportem o tráfego, geralmente configurado com um número menor de solicitações com cargas atuantes mais pesadas, se comparado ao tráfego rodoviário.

Para avaliar a resistência estrutural dos pavimentos aeroportuários, a Organização da Aviação Civil Internacional (International Civil Aviation Organization – ICAO) recomenda a aplicação de um método simples em que se define o peso limite das aeronaves que podem operar sobre determinado pavimento.

O procedimento, conhecido como Método ACN/PCN, compara o Número de Classificação de Aeronave (Aircraft Classification Number – ACN), específico para cada aeronave com carga igual ou superior a 5.700 kg, e o Número de Classificação do Pavimento (Pavement Classification Number – PCN), seja rígido ou flexível.

Assim, o Método ACN/PCN procura indicar se um pavimento aeroportuário com um determinado PCN pode suportar, sem restrições, qualquer aeronave com um valor de ACN igual ou inferior ao PCN informado.

Além disso, o método destina-se a padronizar as informações constantes nas publicações aeronáuticas e apresentar dados confiáveis aos operadores aéreos em qualquer aeroporto do mundo que adote essa metodologia.

Os pavimentos aeroportuários devem possuir, de acordo com Argue (2005), as seguintes características de qualidade operacional: resistência estrutural – capacidade de suportar as cargas do tráfego; resistência à derrapagem – níveis de atrito, microtextura e macrotextura necessários para proporcionar uma adequada frenagem e controle direcional das aeronaves; condição de rolamento – efeito da irregularidade no conforto e na segurança dos usuários, sendo de particular importância em pistas de pousos e de decolagens; e, integridade estrutural – inexistência de defeitos que possam ocasionar danos às aeronaves.

Além dessas, Glushkov et al. (1988) asseguram que os pavimentos aeroportuários precisam ter a capacidade de combater os fatores climáticos adversos, ser impermeável o suficiente para prevenir infiltração nas camadas subjacentes, resistir às erosões ocasionadas pelos jatos das turbinas e permitir uma fácil manutenção ou reparo.

Quanto à classificação, assim como ocorre para os pavimentos rodoviários, de uma forma geral, os aeroportuários também podem ser divididos em dois tipos distintos: rígidos e flexíveis. Contudo, Argue (2005) afirma que podem existir combinações entre esses tipos.

Através da descrição das características estruturais dos pavimentos – rígidos e flexíveis do Aeródromo Municipal de Novo Progresso, Estado do Pará, este trabalho revisado objetiva apresentar uma análise sucinta da sua resistência estrutural através do Método ACN/PCN, de forma a preparar a área para receber com plenitude as aeronaves de passageiros e respectivas cargas de projeto. Serão considerados como parâmetros para definição do projeto os critérios e fatores elencados a seguir.

7.1.1. TIPO DE OPERAÇÃO

O objetivo é que o Aeroporto de Novo Progresso possa ser homologado para operações sob condições visuais, com opção para vôo diurno, mas com o registro das alterações provenientes das obras de pavimentação deste projeto.

7.1.2. DEMANDA DE TRÁFEGO

À elaboração deste Projeto de Pavimentação, foram utilizadas aeronaves dos grupos II e III, subgrupos R2 e R3 (ATR-300/500 e Fairchild FH-227), além de aeronaves do grupo I, subgrupo R1 (BEM-500 Phenom 100/100EV).

7.1.3. AERONAVE DE PROJETO

Em decorrência dos estudos para a demanda do aeródromo, adotou-se como Mix de aeronave de projeto a **ATR 42-300**.

Nesta etapa o município busca uma parceria junto ao Governo do Estado para a melhorias da pavimentação do aeródromo.

TABELA 3 – TRÁFEGO DE DIMENSIONAMENTO PARA O AERÓDROMO DE NOVO PROGRESSO (MIX DE AERONAVES – INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR ANAC IS 61-004)

FABRICANTE	AERONAVE			% DE OPERAÇÕES/DIA	OPERAÇÕES DIÁRIAS	OPERAÇÕES ANUAIS	SAÍDAS ANUAIS
	MODELO	NOME	DESIGNATIVO				
ATR – GIE AVIONS DE TRANSPORT RÉGIONAL	ATR 42-300/320	ATR 42-300	AT47	7,50%	0,30	110	55

EMBRAER	BEM-500	PHENOM 100/100EV	EPHN, EPHN/D	20,00%	0,80	292	146
TEXTRON AVIATINO INC.	B300	SUPER KING AIR 350	BE30	20,00%	0,80	292	146
	OUTROS			52,50%	12,10	4.417	2.208
TOTAL:				100,00%	14,00	5.111	2.556

7.1.4. CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO

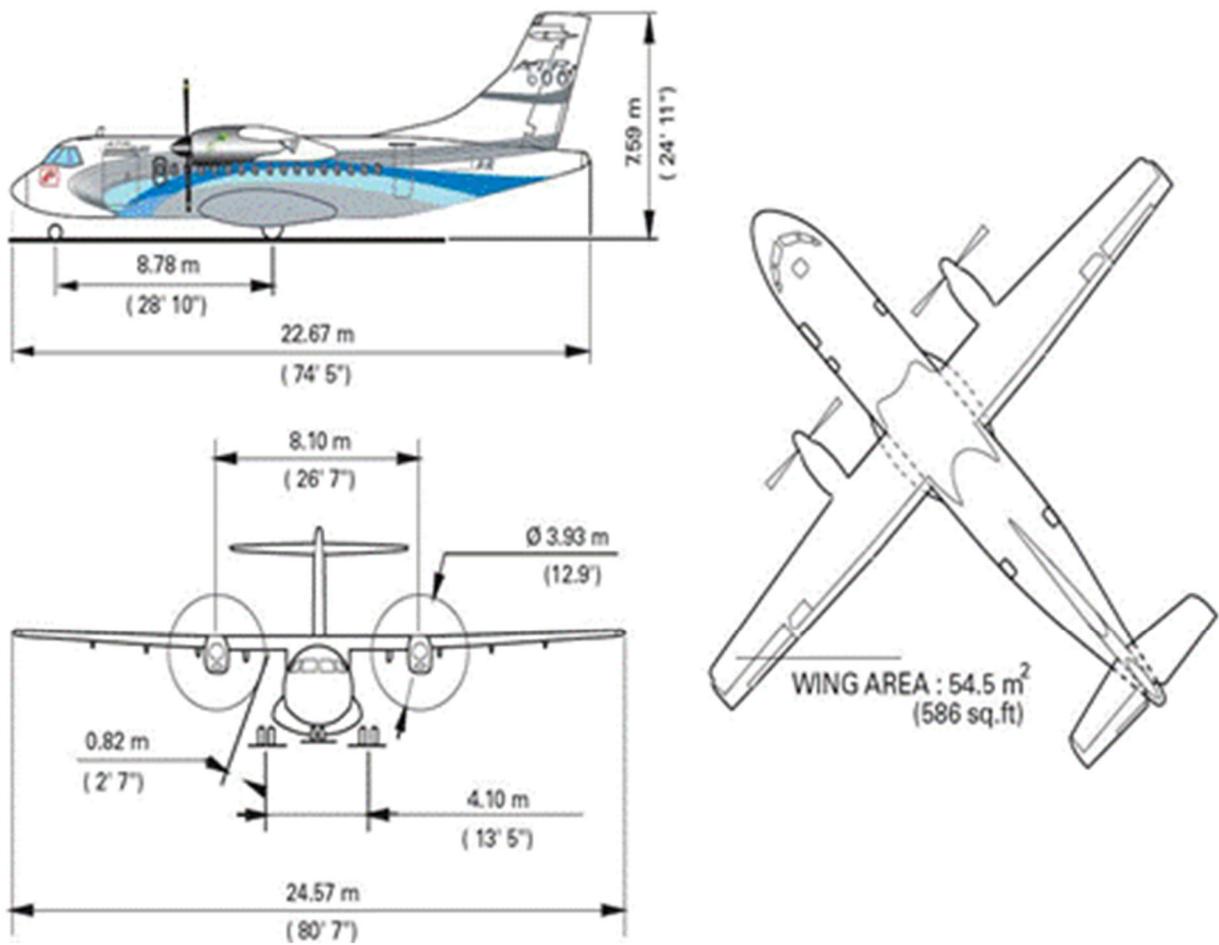
Na tabela seguinte são apresentadas as principais características técnicas da aeronave ATR 42-300, necessárias ao dimensionamento do pavimento da PPD do aeródromo de Novo Progresso, conforme informações do fabricante ATR – AVIONS DE TRANSPORT RÉGIONAL – 1980.

TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO – ATR 42-300

ITEM	CARACTERÍSTICA
Motor	PW-120
Peso Máximo de Decolagem	15500 Kg
Peso Zero Combustível	10500 Kg
Peso Operacional	7230 Kg
Peso Operacional Vazio	5873 Kg
Peso Máximo de Carga Paga (Pax)	3270 Kg
Peso Máximo de Carga Paga	3350 Kg
Configuração	50 Passageiros

Para fins de cálculo geométrico (distâncias de segurança, larguras de pavimentação, etc.) a aeronave de projeto para o cenário selecionado é o modelo ATR-42 com 100% do Peso Máximo de Decolagem - PMD, cujas características geométricas são apresentadas

FIGURA 8 – CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO (ATR 42-300)



8. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Para a elaboração do referido projeto para a Pavimentação do Aeródromo Municipal de Novo Progresso foram procedidos os devidos Estudos Topográficos tendo como objetivo fornecer a base referencial para a caracterização geométrica e topográfica da área em estudo.

Os estudos topográficos foram desenvolvidos preliminarmente ao início do projeto. Com posse da malha de pontos e com o mapa cadastral da região foi materializado o projeto em questão por meio do software AutoCAD 3D Civil tendo sido o mesmo utilizado para obtenção e fornecimento das seções transversais, perfil longitudinal e os cálculos de volume de corte e aterro.

O processo utilizado para a então locação e definição de projeto proposto para o referido aeródromo e de seus respectivos sistemas de referências consistiram na implantação de marcos de projeto através do emprego de equipamento do tipo GPS/GNSS RTK, o qual tem como principal função a de prover o posicionamento relativo cinemático em tempo real, chamado de Real Time Kinematic, e que permite ao operador obter informações, diretamente em campo, atingindo uma posição centimétrica.

O controle do alinhamento foi feito através de GPS, com receptores de precisão geodésica, através de coordenadas UTM.

O local indicado fica numa região levemente ondulada, oferecendo condições favoráveis para as obras de pavimentação, proporcionando um reduzido volume de movimentação de terras, e com ótimas condições para drenagem. As direções de aproximações e decolagens são livres de obstáculos e estão na direção dos ventos predominantes.

Nas páginas seguintes é apresentada a monografia dos marcos implantados durante os trabalhos expeditos de topografia, realizados na área do Aeródromo de Novo Progresso, estado do Pará.

FIGURA 9 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (1)



Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

Sumário do Processamento do marco: M4

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/01/22 13:14:21,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS,SS	2022/01/22 15:40:11,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	TPSHIPER_V NONE
Órbitas dos satélites: ¹	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma ² da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena ³ (m):	1,510
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,88 GPS 0,86 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,60 GPS 0,78 GLONASS

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	M C
Em 2000.4 (Ex. que deve ser usado) ⁴	-7° 07' 36,9044"	-55° 24' 01,9460"	213,38	9211914.818	676636.163	-57
Na data do levantamento ⁵	-7° 07' 36,8961"	-55° 24' 01,9484"	213,38	9211915.074	676636.090	-57
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,007	0,007			

Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgsoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-15,96	Incerteza (m): 0,1
Altitude Normal (m):	229,34	

Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

¹ Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

² O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

³ Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

⁴ A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

⁵ A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

⁶ Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados enviados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvida, crítica ou sugestão contate: ibge@ibge.gov.br ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pelo Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

FIGURA 10 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (2)

Desvio Padrão e Diferença da Coordenada a Priori
log0022n.22o

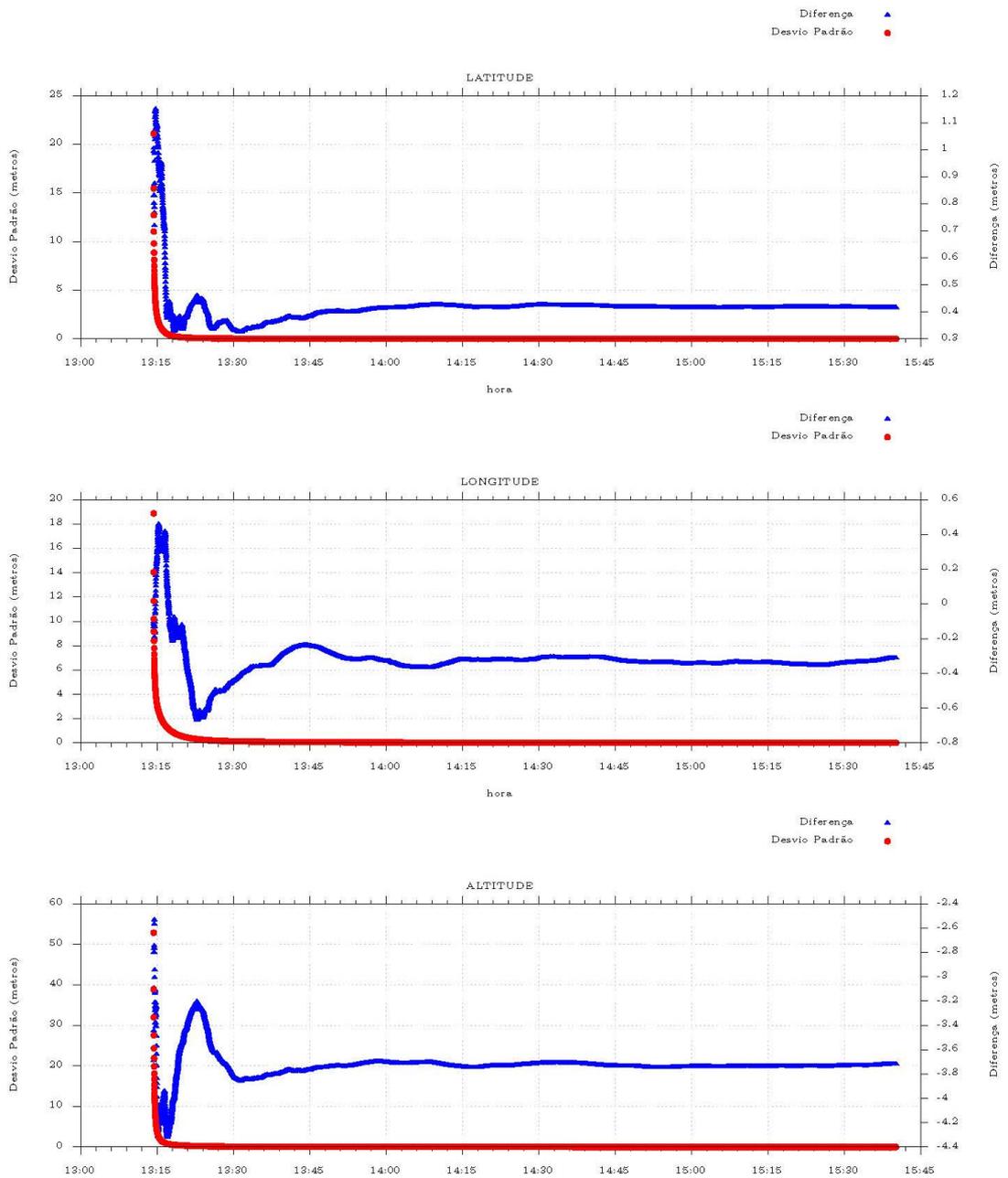


FIGURA 11 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (3)

Project name: Aeroporto Novo Progresso.ttp
 Created by: Eduardo Dias Linear unit: Meters Angular unit: DMS
 Projection: UTMSouth_Zone_21 : 60W to 54W Datum: WGS-84
 Geoid Model: MAPGEO2015

PROCESSAMENTO MAGNET TOOLS

Point Summary										
Name	Latitude	Longitude	Geoidal Ripple	Ell.Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Orthometric Alt. (m)	Std Dev n (m)	Std Dev e (m)	Std Dev u (m)
M01	7°07'18,07558"S	55°24'10,55714"W	207,627	-15,960	9212494,137	676373,938	223,587	0,001	0,002	0,002
M02	7°07'20,71622"S	55°24'09,32842"W	209,167	-15,960	9212412,889	676411,36	225,127	0,001	0,002	0,002
M03	7°07'34,64982"S	55°24'03,08232"W	213,448	-15,960	9211984,198	676601,536	229,408	0,001	0,002	0,002
M04	7°07'36,90441"S	55°24'01,94599"W	213,380	-15,960	9211914,818	676636,163	229,340	0,001	0,007	0,007
M05	7°07'54,65948"S	55°23'53,09969"W	210,297	-15,960	9211368,456	676905,71	226,257	0,001	0,003	0,002
M06	7°07'57,49515"S	55°23'51,78013"W	209,889	-15,960	9211281,206	676945,897	225,849	0,001	0,003	0,002
M07	7°07'29,12185"S	55°24'03,72219"W	212,046	-15,960	9212154,080	676582,49	228,006	0,001	0,002	0,002
M08	7°07'28,37698"S	55°24'00,51670"W	210,341	-15,960	9212176,621	676680,927	226,301	0,001	0,002	0,002
M09	7°07'14,95862"S	55°23'30,79667"W	208,893	-15,960	9212585,656	677594,299	224,853	0,001	0,002	0,002
M10	7°07'18,84725"S	55°23'28,49937"W	209,926	-15,960	9212465,955	677664,375	225,886	0,001	0,002	0,002

GPS Occupations

Point Name	Original Name	Antenna Type	Antenna Height (m)	Ant Height Method	Start Time	Stop Time	Duration
M01	log0122na_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	22/01/2022 13:55	22/01/2022 14:13	00:17:55
M02	log0122o_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	22/01/2022 14:15	22/01/2022 14:33	00:18:14
M03	log0122n_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	22/01/2022 13:25	22/01/2022 13:42	00:17:32
M04	log0122n_9RUG	HIPER V	1,510	Slant	22/01/2022 13:14	22/01/2022 15:40	02:25:51
M05	log0122p_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	22/01/2022 15:17	22/01/2022 15:32	00:15:18
M06	log0122oa_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	22/01/2022 14:50	22/01/2022 15:15	00:24:14
M07	log0128_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	28/01/2022 11:43	28/01/2022 11:59	00:15:56
M08	log0128m_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	28/01/2022 12:02	28/01/2022 12:20	00:18:01
M09	log0128ma_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	28/01/2022 12:39	28/01/2022 12:53	00:14:20
M10	log0128mb_LHKO	HIPER V	2,000	Vertical	28/01/2022 12:56	28/01/2022 13:10	00:13:46

FIGURA 12 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (4)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO		UF	LOCALIDADE
		M01		PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO					
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)	
INÍCIO		TÉRMINO			
DATA:	22/01/2022	DATA:	22/01/2022	2,00	2
HORA:	13:55:14	HORA:	14:13:09	2,00	2
EQUIPAMENTOS					
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON		TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V	
ID DI RECEPTOR:	1143-16623		ID DA ANTENA:	25643	
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000					
GEOGRÁFICAS			SIGMA (95%)	UTM	
LATITUDE:	7°07'18,07558"S		0,001	E (m)	676373,938
LONGITUDE:	55°24'10,55714"W		0,002	N (m)	9212494,137
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	207,627		0,002	FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES					
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO		
M04	223,587	-15,960	0,00		
					

FIGURA 13 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (5)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO	UF	LOCALIDADE
		M02	PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO				
PERÍODO DE OCUPAÇÃO			ALTURAS DA ANTENA (M)	
INÍCIO		TÉRMINO		
DATA:	22/01/2022	DATA:	22/01/2022	2,00
HORA:	14:15:09	HORA:	14:33:23	2,00
EQUIPAMENTOS				
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON	TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V	
ID DI RECEPTOR:	1143-16623	ID DA ANTENA:	25643	
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000				
GEOGRÁFICAS		SIGMA (95%)	UTM	
LATITUDE:	7°07'20,71622"S	0,001	E (m)	676411,36
LONGITUDE:	55°24'09,32842"W	0,002	N (m)	9212412,889
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	209,167	0,002	FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES				
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO	
M04	225,127	-15,960	0,00	
				

FIGURA 14 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (6)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO		UF	LOCALIDADE
		M03		PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO					
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)	
INÍCIO		TÉRMINO			
DATA:	22/01/2022	DATA:	22/01/2022	2,00	2
HORA:	13:25:26	HORA:	13:42:58	2,00	2
EQUIPAMENTOS					
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON	TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V		
ID DI RECEPTOR:	1143-16623	ID DA ANTENA:	25643		
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000					
GEOGRÁFICAS		SIGMA (95%)		UTM	
LATITUDE:	7°07'34,64982"S	0,001		E (m)	676601,536
LONGITUDE:	55°24'03,08232"W	0,002		N (m)	9211984,198
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	213,448	0,002		FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES					
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO		
M04	229,408	-15,960	0,00		
					

FIGURA 15 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (7)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO		UF	LOCALIDADE
		M04		PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO					
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)	
INÍCIO		TÉRMINO			
DATA:	22/01/2022	DATA:	22/01/2022	1.510	
HORA:	13:14:21	HORA:	15:40:12	1.510	
EQUIPAMENTOS					
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON	TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V		
ID DI RECEPTOR:	1143-16616	ID DA ANTENA:	25844		
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000					
GEOGRÁFICAS		SIGMA (95%)		UTM	
LATITUDE:	7°07'36,90441"S	0,001		E (m)	676636,163
LONGITUDE:	55°24'01,94599"W	0,007		N (m)	9211914,818
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	213,380	0,007		FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES					
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO		
M04	229,340	-15,960	0,00		
					

FIGURA 16 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (8)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO	UF	LOCALIDADE
		M05	PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO				
PERÍODO DE OCUPAÇÃO		ALTURAS DA ANTENA (M)		
INÍCIO	TÉRMINO			
DATA: 22/01/2022	DATA: 22/01/2022	2,00	2	
HORA: 15:17:08	HORA: 15:32:26	2,00	2	
EQUIPAMENTOS				
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON	TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V	
ID DI RECEPTOR:	1143-16623	ID DA ANTENA:	25643	
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000				
GEOGRÁFICAS		SIGMA (95%)	UTM	
LATITUDE:	7°07'54,65948"S	0,001	E (m)	676905,710
LONGITUDE:	55°23'53,09969"W	0,003	N (m)	9211368,456
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	210,297	0,002	FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES				
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO	
M04	226,257	-15,960	0,00	
				

FIGURA 17 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (9)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL				NOME DO PONTO		UF	LOCALIDADE
				M06		PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO							
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)			
INÍCIO		TÉRMINO					
DATA:	22/01/2022	DATA:	22/01/2022	2,00	2		
HORA:	14:50:56	HORA:	15:15:10	2,00	2		
EQUIPAMENTOS							
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON		TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V			
ID DI RECEPTOR:	1143-16623		ID DA ANTENA:	25643			
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000							
GEOGRÁFICAS			SIGMA (95%)		UTM		
LATITUDE:	7°07'57,49515"S		0,001	E (m)	676945,897		
LONGITUDE:	55°23'51,78013"W		0,003	N (m)	9211281,206		
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	209,889		0,002	FUSO:	FUSO 21 SUL		
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES							
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA		ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO			
M04	225,849		-15,960	0,00			
							

FIGURA 18 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (10)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO		UF	LOCALIDADE
		M07		PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO					
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)	
INÍCIO		TÉRMINO			
DATA:	28/01/2022	DATA:	28/01/2022	2,00	2
HORA:	11:43:25	HORA:	11:59:21	2,00	2
EQUIPAMENTOS					
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON	TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V		
ID DI RECEPTOR:	1143-16623	ID DA ANTENA:	25643		
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000					
GEOGRÁFICAS		SIGMA (95%)		UTM	
LATITUDE:	7°07'29,12185"S	0,001		E (m)	676582,49
LONGITUDE:	55°24'03,72219"W	0,002		N (m)	9212154,080
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	212,046	0,002		FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES					
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO		
M04	228,006	-15,960	0,00		
					

FIGURA 19 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (11)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL				NOME DO PONTO	UF	LOCALIDADE
				M08	PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO						
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)		
INÍCIO		TÉRMINO				
DATA:	28/01/2022	DATA:	28/01/2022	2,00	2	
HORA:	12:02:01	HORA:	12:20:02	2,00	2	
EQUIPAMENTOS						
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON		TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V		
ID DI RECEPTOR:	1143-16623		ID DA ANTENA:	25643		
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000						
GEOGRÁFICAS			SIGMA (95%)		UTM	
LATITUDE:	7°07'28,37698"S		0,001		E (m)	676680,927
LONGITUDE:	55°24'00,51670"W		0,002		N (m)	9212176,621
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	210,341		0,002		FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES						
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO			
M04	226,301	-15,960	0,00			
						

FIGURA 20 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (12)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL				NOME DO PONTO	UF	LOCALIDADE
				M09	PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO						
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)		
INÍCIO		TÉRMINO				
DATA:	28/01/2022	DATA:	28/01/2022	2,00		2
HORA:	12:39:01	HORA:	12:53:21	2,00		2
EQUIPAMENTOS						
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON		TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V		
ID DI RECEPTOR:	1143-16623		ID DA ANTENA:	25643		
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000						
GEOGRÁFICAS			SIGMA (95%)	UTM		
LATITUDE:	7°07'14,95862"S		0,001	E (m)	677594,299	
LONGITUDE:	55°23'30,79667"W		0,002	N (m)	9212585,656	
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	208,893		0,002	FUSO:	FUSO 21 SUL	
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES						
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO			
M04	224,853	-15,960	0,00			
						

FIGURA 21 – MONOGRAFIA DOS MARCOS DE APOIO (13)

MONOGRAFIA DE PONTO FOTOIDENTIFICÁVEL		NOME DO PONTO		UF	LOCALIDADE
		M10		PA	NOVO PROGRESSO
INFORMAÇÕES DO RASTREIO					
PERÍODO DE OCUPAÇÃO				ALTURAS DA ANTENA (M)	
INÍCIO		TÉRMINO			
DATA:	28/01/2022	DATA:	28/01/2022	2,00	2
HORA:	12:56:33	HORA:	13:10:19	2,00	2
EQUIPAMENTOS					
MODELO DO RECEPTOR:	HIPER V TOPCON		TIPO DE ANTENA:	GR5 HIPER V	
ID DI RECEPTOR:	1143-16623		ID DA ANTENA:	25643	
COORDENADAS AJUSTADAS - SIRGAS 2000					
GEOGRÁFICAS			SIGMA (95%)	UTM	
LATITUDE:	7°07'18,84725"S		0,007	E (m)	677664,375
LONGITUDE:	55°23'28,49937"W		0,006	N (m)	9212465,955
ALTITUDE GEOMÉTRICA:	209,926		0,020	FUSO:	FUSO 21 SUL
INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES					
ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA	ALTITUDE ORTOMÉTRICA	ONDULAÇÃO GEOIDAL	ALTURA DO ALVO		
M04	225,886	-15,960	0,00		
					

9. ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos foram realizados visando fornecer subsídios aos projetos de terraplenagem e pavimentação através da análise das características físicas e mecânicas dos materiais “in natura” a serem utilizados na execução da obra. Os referidos estudos do solo objetivaram assegurar que os materiais a serem utilizados para execução da obra apresentem estabilidade e durabilidade conveniente, para resistir às cargas e à ação dos agentes climáticos, quando adequadamente compactados.

Para correta execução de camadas deverão ocorrer as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais na pista, sendo procedidos pelo espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada e nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

Visando assegurar as condições ideais para execução do reforço do subleito ou de sub-base de solo estabilizado granulometricamente o reforço do subleito ou de sub-base de solo estabilizado granulometricamente será executado após a conclusão da camada de melhoria do subleito nas áreas a pavimentar, para garantir a melhoria de suporte das camadas inferiores. Com esse objetivo foram realizadas coletas de materiais para realização de ensaios para o controle tecnológico consistidos nos estudos abaixo relacionados:

- ✓ Sondagens e estudos do subleito;
- ✓ Sondagens e estudos de materiais para terraplenagem;
- ✓ Sondagens e estudos dos materiais para pavimentação;

Os solos foram caracterizados de acordo com as recomendações da FAA, e das Normas da DIRENG. Foram realizados ensaios de: análise granulométrica por peneiramento (MB-32), Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade (MB-30, MB-32), para determinação do Índice Suporte Califórnia os ensaios foram realizados em conformidade com o Método de Ensaio DIRENG ME-01-87.

Apresenta-se a seguir os resultados dos Ensaio de Controle Tecnológico realizados.

10. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

O presente estudo realizado na via foi desenvolvido em acordo com as publicações em vigência disponibilizadas pela Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, mormente o disposto na IS-203 – Estudos Hidrológicos e no Manual de Drenagem de Rodovias – publicação IPR-724.

Realizou-se a coleta de elementos para a definição das dimensões da bacia utilizando-se imagens de satélites georreferenciadas (ASTER GDEM).

A fase que consistiu no processamento dos dados pluviométricos para apresentação e conclusão do estudo hidrológico, possibilitou o cálculo da vazão hidrológica e a verificação da obra de arte mais adequada a este Projeto de Engenharia nesta rodovia.

Os dados utilizados para a realização do estudo hidrológico, seguem abaixo:

- I. Imagens de Satélite;
- II. Dados pluviométricos fornecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e Agência Nacional de Águas - ANA, sendo a estação escolhida a mais representativa;
- III. Estação KM 1027 DA BR-163, no Município de Itaituba, estado do Pará, com dados pluviométricos de 1984 a 2020 (25 anos de estudo consistido e utilizado nos cálculos).
- IV. O seguinte estudo foi realizado no ponto de coordenada em graus decimais latitude.: - 7,5108 e longitude.: -55,2636 e tem por objetivo o dimensionamento da via que liga a BR 163 ao aeroporto de novo progresso.
- V. O Estudo é feito seguindo todas as diretrizes e legislação vigente pelo Departamento Nacional de Infraestrutura dos Transportes – DNIT.
- VI. Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem – IPR
- VII. Manual de Drenagem de Rodovias – IPR
- VIII. Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos

FIGURA 22 – MAPA CLIMATÓLOGICO (WLADIMIR KOPPEN)

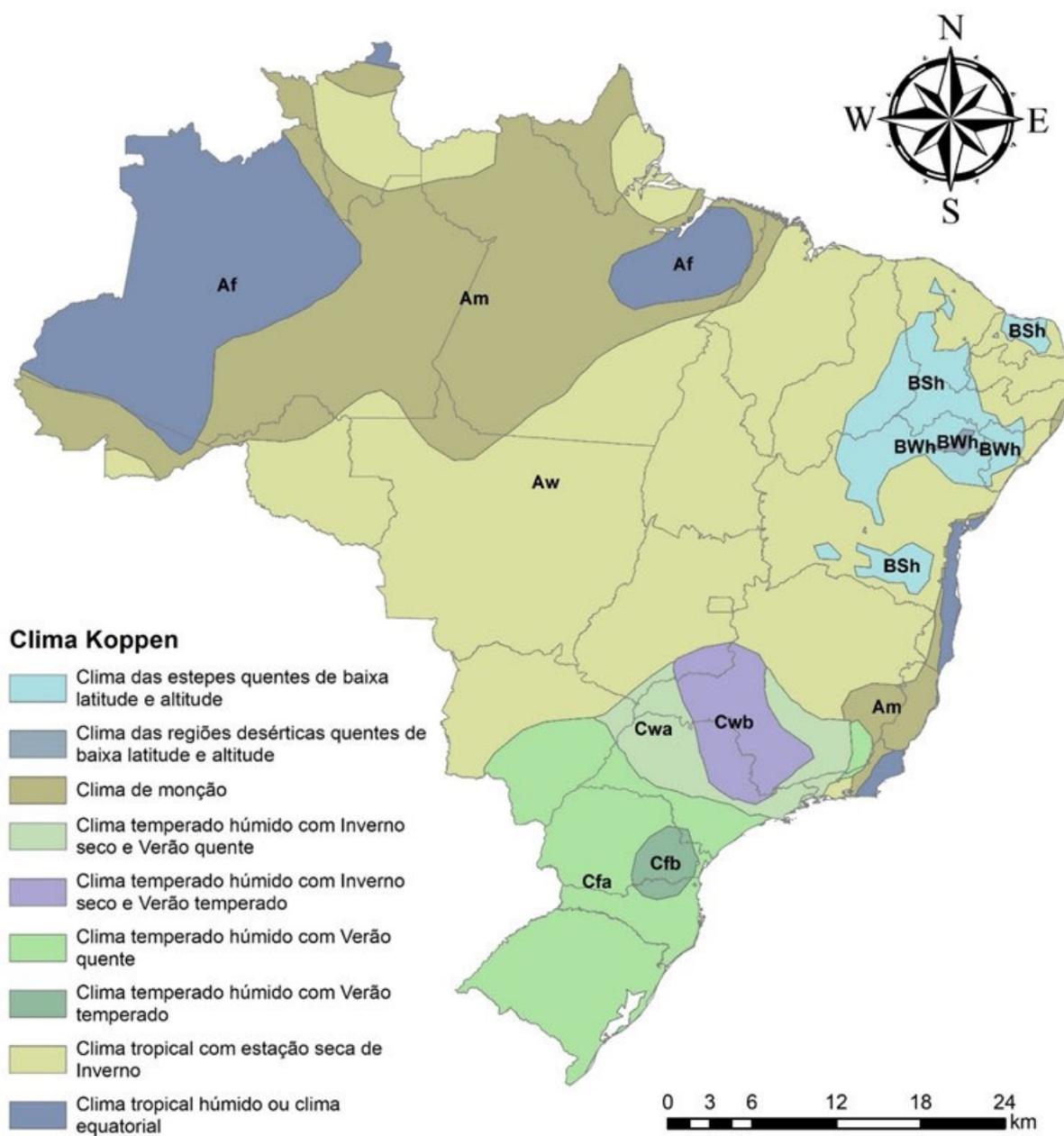


FIGURA 23 – MAPA CLIMATÓLOGICO (IBGE)



Siglas da Classificação	
Sigla	Classificação Climática de Köppen
Af	Clima tropical húmido ou clima equatorial
Am	Clima de monção
Aw	Clima tropical com estação seca de Inverno
BSh	Clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude
BWh	Clima das regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude
Cfa	Clima temperado húmido com Verão quente
Cfb	Clima temperado húmido com Verão temperado
Cwa	Clima temperado húmido com Inverno seco e Verão quente
Cwb	Clima temperado húmido com Inverno seco e Verão temperado

CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS	
Zona	Característica
Equatorial	Quente e úmido
Massa d'agua	Rios densos
Temperado	Pouca chuva, amplitude termica alta e quente
Tropical Brasil Central	Quente e seco
Tropical Nordeste Oriental	Pouca chuva no Inverno e Verão chuvoso. Temperatura média 20°C
Tropical Zona Equatorial	Verões chuvos, inverno seco e temperatura média de 25°
Zona Economica Exclusiva	Espaços Marítimos

10.1. ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para o estudo das precipitações pluviométricas utilizamos os dados da Estação Meteorológica mais representativa da região, sendo que os dados foram coletados junto a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ANA (Agência Nacional de Águas).

Ao acessar o mapa do site hidroweb da ANA (Agência Nacional de Águas), foi possível verificar que a região da ponte apresentava apenas uma estação, com sua principal característica apresentada abaixo:

QUADRO 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS E PARÂMETROS DE TRÁFEGO

Código	Nome da Estação	Município	Responsável	Início (Pluviômetro)
655001	Km 1.027, rodovia BR-163	Itaituba	ANA	01/06/1982

A figura a seguir apresenta a localização de cada um do posto da tabela acima. Em seguida, são apresentadas as informações coletadas no site da Agência Nacional de Águas – ANA, bem como, mapa da posição da estação em relação a obra.

FIGURA 24 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA UTILIZADA

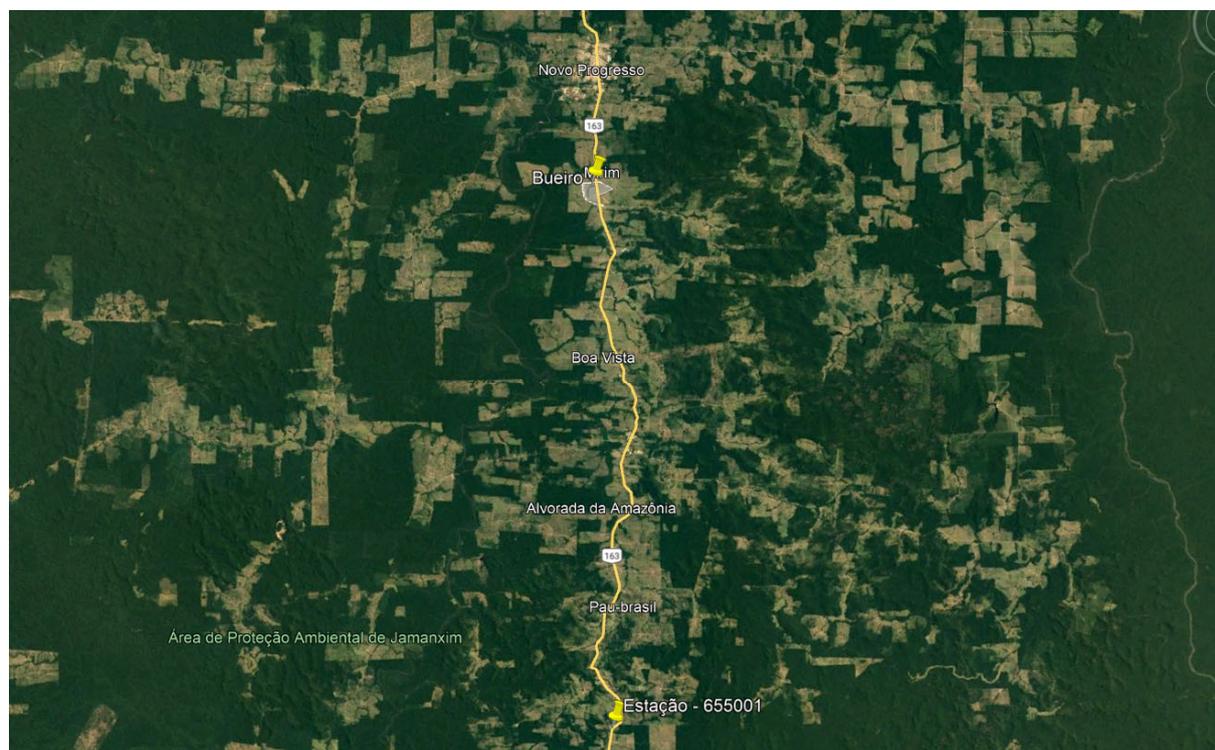


FIGURA 25 – DADOS DA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA UTILIZADA

Dados Estação

Código	655001
Nome Estação	KM 1027 DA BR-163
Código Adicional	
Bacia	1 - RIO AMAZONAS
SubBacia	17 - RIO AMAZONAS, TAPAJÓS, JURUENA..
Rio	
Estado	PARÁ
Município	ITAITUBA
Responsável	ANA
Operadora	VLF
Latitude	-7.5108
Longitude	-55.2636
Altitude (m)	
Área de Drenagem (Km²)	

10.1.1. PLUVIOMETRICA E PLUVIOGRAFIA

Para o estudo das precipitações pluviométricas utilizamos os dados da Estação Meteorológica mais representativa da região, sendo que os dados foram coletados junto a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ANA (Agência Nacional de Águas).

Para o estudo das precipitações pluviométricas utilizamos os dados da Estação Meteorológica mais representativa da região, sendo que os dados foram coletados junto a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ANA (Agência Nacional de Águas); e o posto de coleta é: Km 1027 da BR-163, no Município de Itaituba, estado de Pará.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados pluviométricos e temperatura no posto de observação supramencionado foram: Pluviômetro e Termômetro de Máxima e Mínima, respectivamente. Apresentamos a seguir os valores das precipitações totais anuais, precipitações mensais e número de dias de chuva por ano, elaborados com os dados obtidos desta estação pluviométrica.

Pluviômetro é o instrumento usado para recolher e medir, em milímetros lineares a quantidade de chuva caída em determinado lugar e em determinado tempo;

Índice pluviométrico: Medido em milímetros, é o somatório da precipitação num determinado local durante um período de tempo estabelecido.

Regime pluviométrico: Consiste basicamente na distribuição das chuvas durante os 12 meses do ano. Tanto o regime quanto o índice pluviométrico são representados nos hidrogramas por colunas mensais. Pela análise das colunas é possível caracterizar o regime e, conseqüentemente, o índice pluviométrico.

A leitura da quantidade de água recolhida pelo pluviômetro a cada 24 horas, normalmente é feita as 7:30 da manhã.

- I. Pluviógrafo é o instrumento que registra a quantidade, duração e intensidade da chuva caída em determinado lugar, portanto registra a variação da altura de chuva com o tempo.

FIGURA 26 – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

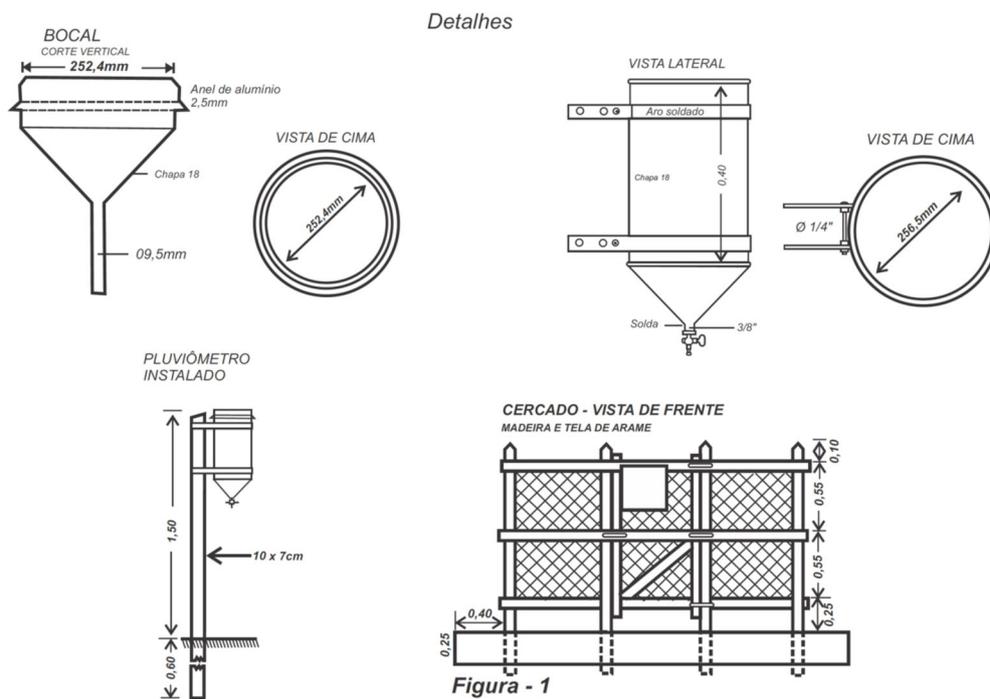


Figura - 1

10.1.2. PROCEDIMENTOS

A seguir apresentamos os cálculos que fornecem as relações entre as precipitações máximas, períodos de retorno e as probabilidades de ocorrência, para o posto estudado. Descrição dos índices usados nos cálculos, para análise pluviométrica:

P: Valor máximo de precipitação diária, no período de 1 ano;

Pm: Precipitação média;

m: Números de anos observados;

F: Frequência de vazões de enchentes observadas;

Tr: Tempo de recorrência;

n: Número de ordem variável de 1 a “m”;

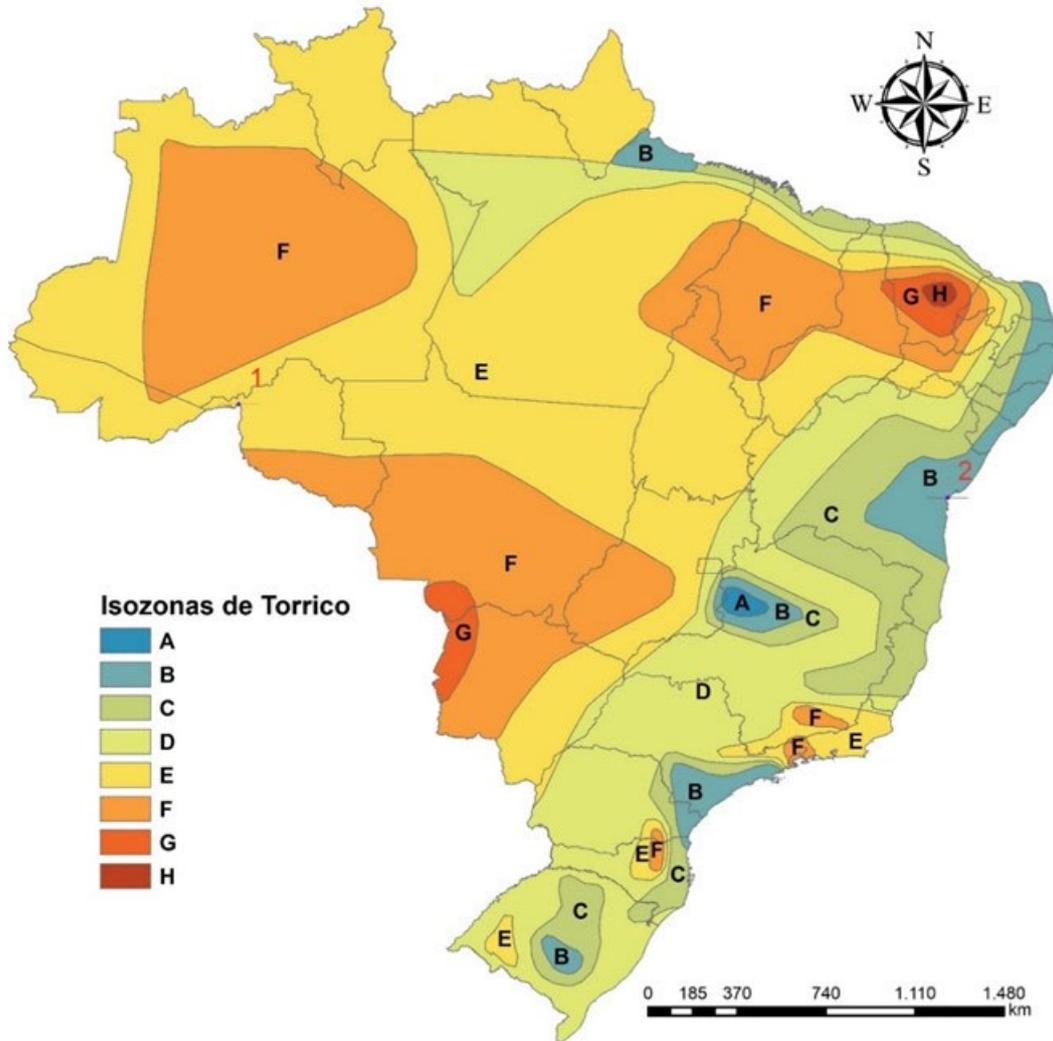
δ : Desvio padrão;

K: Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do Período de Recorrência. Valor tabelado por WEISE e REIDE;

Pr: Fórmula devida a Ven te Chow, onde Pr é a precipitação para um certo período de recorrência.

$$Pr = Pm + (\delta \times K)$$

FIGURA 27 – MAPA DAS ISOZONAS



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS										
ZONA	1 hora / 24 horas de chuva								6 min - 24 horas	
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100	
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35	34,7	7	6,3	
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5	
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	38,8	38,4	9,8	8,8	
D	42	41,6	41,4	41,2	41,1	40,7	40,3	11,2	10	
E	44	43,6	43,3	43,2	43	42,6	42,2	12,6	11,2	
F	46	45,5	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,9	12,4	
G	47,9	47,4	47,2	47	46,8	46,4	45,9	15,4	13,7	
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	47,8	16,7	14,9	

Fonte: MMA/SRH

A seguir são apresentados os gráficos e tabelas com os estudos estatísticos.

QUADRO 2 – DADOS ESTATÍSTICOS ESTAÇÃO ITAITUBA, ESTADO DO PARÁ

POSTO:

LATITUDE: -7,5108
LONGITUDE: -55,2636

PERÍODO DE OBSERVAÇÃO: 25 anos
CÓDIGO: 655001

ANOS	JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		P máx	N. TOTAL	P. TOTAL
	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N													
1984	195,2	15	266,7	18	333,7	17	229,9	15	99,3	9	10,4	2	5,2	1	115	2	166,1	9	155,5	9	180	12	202,1	9	90,7	118	1.959,1
1985	430,2	20	389,7	15	524,9	16	334,9	16	132,8	8	0	0	9,5	2	16,1	2	163,3	10	321,9	19	308,3	17	561,4	24	80,7	149	3.193,0
1986	392,9	18	219,4	18	373,5	16	202,3	8	71,3	4	13,5	1	24,8	4	66,4	5	71,4	7	193,5	12	110,1	11	364,0	17	90	121	2.103,1
1987	221,2	17	275,6	15	348,7	18	147,6	9	63,1	6	28,4	2	0,0	0	7,4	1	96,0	7	133,8	8	153,1	8	216,3	10	75,2	101	1.691,2
1988	282,4	15	375,2	15	274,3	13	408,2	12	72,3	4	39,5	2	0,0	0	0,0	0	106,8	5	280,9	12	141,7	9	330,3	20	70	107	2.311,6
1994	254,3	18	371,0	21	324,3	20	325,6	20	106,8	20	76,3	14	12,2	9	20,0	11	51,5	11	144,6	13	130,2	9	210,0	14	98,5	180	2.026,8
1996	196,5	18	215,2	20	344,3	24	277,5	22	103,9	7	1,1	1	0,0	0	36,8	3	95,6	9	183,8	14	229,2	14	243,7	20	82	152	1.927,6
1997	367,1	18	355,9	21	516,1	27	260,6	17	73,3	7	2,1	1	0,0	0	0,7	1	67,5	8	116,7	10	247,6	16	224,9	11	103,7	137	2.232,5
1998	292,3	20	235,2	15	272,2	18	137,8	13	112,8	6	52,1	4	0,0	0	21,7	1	54,5	7	77,4	13	169,3	18	203,6	16	53,1	131	1.628,9
1999	402,6	24	245,0	16	354,0	25	181,1	16	151,8	14	31,3	3	0,6	1	0,0	0	117,4	8	58,4	14	176,1	12	247,6	15	110,4	148	1.965,9
2000	266,3	20	425,6	26	330,3	17	118,8	12	102,2	7	0,0	0	0,0	0	31,8	2	126,6	11	106,2	11	192,8	16	389,5	24	75	146	2.090,1
2001	349,0	26	278,8	26	380,3	29	354,0	19	118,5	9	33,5	7	44,0	2	6,7	1	105,4	11	139,5	13	158,2	13	388,6	26	51,7	182	2.356,5
2005	311,1	17	219,9	20	622,9	24	158,8	9	89,3	9	16,4	4	0,0	0	0,3	1	73,2	5	76,3	8	349,0	14	454,4	16	87,5	127	2.371,6
2006	317,4	13	330,7	16	437,9	17	394,3	19	178,8	13	0,0	0	0,0	0	35,1	5	89,6	5	241,1	13	230,4	12	86,3	9	97,6	122	2.341,6
2007	158,8	21	398,2	23	184,2	18	219,8	19	93,2	9	4,8	2	1,1	1	62,0	3	63,1	5	113,8	6	117,9	10	281,0	13	138	130	1.697,9
2008	289,4	18	389,5	16	428,8	21	176,1	22	148,3	10	11,0	1	0,0	0	36,8	2	22,0	5	226,1	11	305,5	18	303,4	18	83,8	142	2.336,9
2009	322,2	19	197,7	14	321,5	14	274,6	20	160,9	10	92,2	5	18,0	2	48,0	3	107,8	7	320,0	9	133,9	6	552,0	18	155,3	127	2.548,8
2010	319,6	21	245,1	14	157,9	10	116,2	5	97,6	11	73,1	3	15,0	1	12,5	1	47,2	2	160,3	8	319,7	11	316,5	12	106	99	1.880,7
2011	362,4	17	352,7	14	235,8	10	314,7	11	66,3	7	12,5	1	0,0	0	125,7	6	125,4	7	159,2	10	174,3	10	228,2	11	85,4	104	2.157,2
2012	546,0	23	294,3	18	380,5	21	251,9	13	82,0	8	66,7	5	18,0	1	0,0	0	0,0	0	194,5	9	294,4	15	202,3	15	87	128	2.330,6
2013	406,1	23	365,0	23	400,4	19	163,4	15	93,1	11	66,3	5	0,0	0	0,0	0	57,5	5	120,0	6	168,0	11	213,9	12	78	130	2.053,7
2016	435,1	17	250,4	15	428,8	20	104,7	8	110,1	5	0,0	0	0,0	0	15,0	2	223,8	9	166,8	10	293,6	16	406,2	17	87,5	119	2.434,5
2018	257,6	15	542,4	22	330,9	18	254,3	15	87,5	6	79,2	4	0,0	0	48,5	4	54,1	4	159,3	6	176,3	10	334,7	18	48,5	122	2.324,8
2019	220	16	263,3	15	385,4	18	272	15	154,9	7	10	1	0	0	0	0	169,2	7	175	12	192	12	249,9	13	47,5	116	2.091,7
2020	343,8	22	362,2	19	407,9	20	409,2	16	161	10	10	1	0	0	10	1	104,5	5	93	4	270,5	11	319	16	48,5	125	2.491,1

	JAN		FEV		MAR		ABR		MAI		JUN		JUL		AGO		SET		OUT		NOV		DEZ		ANUAL		
	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P (mm)	N	P máx	N. TOTAL	P. TOTAL										
MÉDIA T. MENSAL	317,6	19	314,6	19	364,0	19	243,5	15	109,2	9	29,2	3	5,9	1	28,7	3	94,4	7	164,7	11	208,9	13	301,2	16	85,3	130,5	2.181,9
MÁX. T. MENSAL	546,0	26	542,4	26	622,9	29	409,2	22	178,8	20	92,2	14	44,0	9	125,7	11	223,8	11	321,9	19	349,0	18	561,4	26	155,3	182,0	3.193,0
MÍN. T. MENSAL	158,8	13	197,7	14	157,9	10	104,7	5	63,1	4	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	58,4	4	110,1	6	86,3	9	47,5	99,0	1.628,9

QUADRO 3 – ESTUDO PLUVIOMÉTRICO

Estudo Pluviométrico							
Posto: KM 1027 DA BR-163					Órgão: ANA		
Intervalo: 25					Código: 655001		
LAT: -13,7425					UF: PA		
LONG: -55,2636							
ANO	P (mm)	N	P	P - Pm	(P - Pm) ²	F%	TR
1984	90,70	1	155,30	70,04	4.905,04	3,85	26,00
1985	80,70	2	138,00	52,74	2.781,09	7,69	13,00
1986	90,00	3	110,40	25,14	631,82	11,54	8,67
1987	75,20	4	106,00	20,74	429,98	15,38	6,50
1988	70,00	5	103,70	18,44	339,89	19,23	5,20
1994	98,50	6	98,50	13,24	175,19	23,08	4,33
1996	82,00	7	97,60	12,34	152,18	26,92	3,71
1997	103,70	8	90,70	5,44	29,55	30,77	3,25
1998	53,10	9	90,00	4,74	22,43	34,62	2,89
1999	110,40	10	87,50	2,24	5,00	38,46	2,60
2000	75,00	11	87,50	2,24	5,00	42,31	2,36
2001	51,70	12	87,00	1,74	3,01	46,15	2,17
2005	87,50	13	85,40	0,14	0,02	50,00	2,00
2006	97,60	14	83,80	-1,46	2,14	53,85	1,86
2007	138,00	15	82,00	-3,26	10,65	57,69	1,73
2008	83,80	16	80,70	-4,56	20,83	61,54	1,63
2009	155,30	17	78,00	-7,26	52,77	65,38	1,53
2010	106,00	18	75,20	-10,06	101,28	69,23	1,44
2011	85,40	19	75,00	-10,26	105,35	73,08	1,37
2012	87,00	20	70,00	-15,26	232,99	76,92	1,30
2013	78,00	21	53,10	-32,16	1.034,52	80,77	1,24
2016	87,50	22	51,70	-33,56	1.126,54	84,62	1,18
2018	48,50	23	48,50	-36,76	1.351,59	88,46	1,13
2019	47,50	24	48,50	-36,76	1.351,59	92,31	1,08
2020	48,50	25	47,50	-37,76	1.426,12	96,15	1,04
Soma:	2131,60						
Pm:	85,26						

QUADRO 4 – ESTUDO PLUVIOMÉTRICO (1)

POSTO: KM 1027 DA BR-163

ISOZONA: E

Tempo		TR - anos					
		5	10	15	25	50	100
(min)	(h)	I (mm/h)					
6	0,10	150,2	175,1	188,9	206,4	229,7	224,8
12	0,20	127,2	147,5	158,5	172,6	191,0	199,0
18	0,30	106,3	123,0	132,0	143,6	158,6	168,3
24	0,40	91,5	105,8	113,5	123,3	136,2	145,8
30	0,50	80,7	93,2	100,0	108,6	119,9	129,1
36	0,60	72,4	83,7	89,7	97,4	107,5	116,2
42	0,70	65,9	76,1	81,6	88,6	97,7	105,9
48	0,80	60,6	70,0	75,0	81,4	89,8	97,5
54	0,90	56,2	64,8	69,5	75,4	83,2	90,5
60	1,00	52,4	60,5	64,9	70,4	77,6	84,6
66	1,10	49,1	56,7	60,7	65,9	72,7	79,3
72	1,20	46,1	53,3	57,1	62,1	68,5	74,7
78	1,30	43,6	50,4	54,0	58,7	64,8	70,7
84	1,40	41,3	47,8	51,3	55,7	61,5	67,2
90	1,50	39,3	45,5	48,8	53,1	58,6	64,0
96	1,60	37,6	43,5	46,7	50,7	56,0	61,2
102	1,70	36,0	41,6	44,7	48,6	53,7	58,7
108	1,80	34,5	40,0	42,9	46,7	51,6	56,4
114	1,90	33,2	38,5	41,3	44,9	49,6	54,3
120	2,00	32,0	37,1	39,8	43,3	47,9	52,4
240	4,00	19,3	22,4	24,1	26,3	29,1	31,9
480	8,00	11,5	13,4	14,4	15,7	17,5	19,2
720	12,00	8,5	9,9	10,6	11,6	12,9	14,2
1440	24,00	5,0	5,8	6,2	6,8	7,6	8,4

10.1.3. MÉTODO DAS ISOZONAS

10.1.3.1. CONSIDERAÇÕES

A necessidade de conhecimento das alturas de precipitação para tempos de duração inferiores a 24 horas e a baixa densidade de postos pluviográficos que possam proporcionar estes dados, obrigam a extrapolações destes postos distantes até o local de projeto.

O MÉTODO DAS ISOZONAS, desenvolvido para o Brasil pelo Eng. José Jaime Taborga Torrico, correlaciona os dados de postos pluviográficos.

Esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessárias inferiores a 24 horas.

10.1.3.2. PROCEDIMENTOS

A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calcula-se para o posto em estudo a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto.

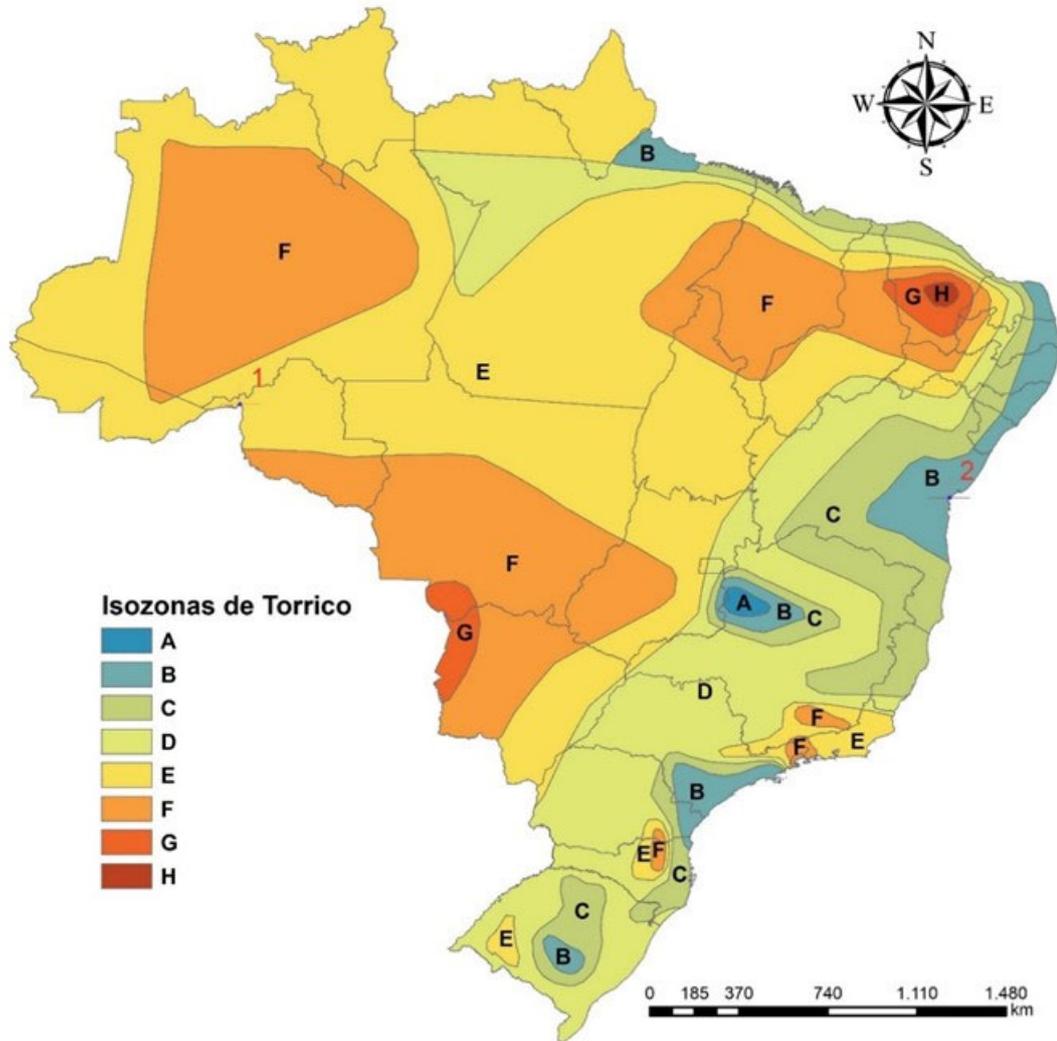
Converte-se esta chuva de um dia em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta pelo coeficiente 1,10; que é a relação 24 horas / 1 dia.

Determina-se no mapa apresentado, a seguir, a isozona correspondente à região de projeto.

Em nosso estudo a isozona utilizada foi a isozona "E". Após ter-se determinado a isozona "E", fixam-se para a mesma, as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora.

Pode-se assim, obter valores de precipitação (em mm) para 1 hora e 6 minutos de duração para os tempos de recorrência considerados.

FIGURA 28 – MAPA DAS ISOZONAS



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS										
ZONA	1 hora / 24 horas de chuva								6 min - 24 horas	
	5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100	
A	36,2	35,8	35,6	35,5	35,4	35	34,7	7	6,3	
B	38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	36,6	8,4	7,5	
C	40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	38,8	38,4	9,8	8,8	
D	42	41,6	41,4	41,2	41,1	40,7	40,3	11,2	10	
E	44	43,6	43,3	43,2	43	42,6	42,2	12,6	11,2	
F	46	45,5	45,3	45,1	44,9	44,5	44,1	13,9	12,4	
G	47,9	47,4	47,2	47	46,8	46,4	45,9	15,4	13,7	
H	49,9	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	47,8	16,7	14,9	

Fonte: MMA/SRH

Tendo-se então, as alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos. Para cada tempo de recorrência considerado, marcam-se estes valores no papel de probabilidade

(Hershfield e Wilson) e, ligando-se os pontos marcados, obtém-se a altura de chuva para qualquer tempo de duração entre 6 minutos e 24 horas.

A seguir, são apresentados os quadros e gráficos contendo as relações entre alturas de chuva, tempos de duração e tempo de recorrência, para o posto de Km 1027 da BR-163, no Município de Itaituba, estado de Pará.

QUADRO 5 – EVENTOS E FATOR K

Isozona:	E	TR	5	10	15	25	50	100
Eventos:	25	K	0,888	1,575	1,958	2,444	3,088	3,729

QUADRO 6 – PLUVIOMETRIA POR TEMPO DE RECORRÊNCIA E DURAÇÃO

Duração (h)	Tempo de Recorrência					
	5 Anos	10 Anos	15 Anos	25 Anos	50 Anos	100 Anos
24	119	139	150	164	182,3	200,7
1	52	61	65	70	77,7	84,7
0,1	15	18	19	21	23,0	22,5

QUADRO 7 – ALTURA DA PRECIPITAÇÃO POR TEMPO DE RECORRÊNCIA E DURAÇÃO

Posto : **KM 1027 DA BR-163** PA Isozona : **E**

T (anos)	ALTURA DA PRECIPITAÇÃO (mm)								
	0,10 h	0,2 h	0,50 h	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h
15	18,9	31,7	50,0	64,9	79,6	96,5	115,4	127,5	149,9
25	20,6	34,5	54,3	70,4	86,6	105,1	126,0	139,3	163,8
50	23,0	38,2	59,9	77,6	95,8	116,5	139,9	154,8	182,3
100	22,5	39,8	64,5	84,6	104,7	127,7	153,6	170,1	200,7

QUADRO 8 – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA POR TEMPO DE RECORRÊNCIA

Posto : **KM 1027 DA BR-163** PA Isozona : **E**

T (anos)	INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA (mm/h)								
	0,1	0,2	0,5	1	2	4	8	12	24
15	188,9	158,5	100,0	64,9	39,8	24,1	14,4	10,6	6,2
25	206,4	172,6	108,6	70,4	43,3	26,3	15,7	11,6	6,8
50	229,7	191,0	119,9	77,6	47,9	29,1	17,5	12,9	7,6
100	224,8	199,0	129,1	84,6	52,4	31,9	19,2	14,2	8,4

Fonte : Agência Nacional de Águas

FIGURA 29 – INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA X TEMPO

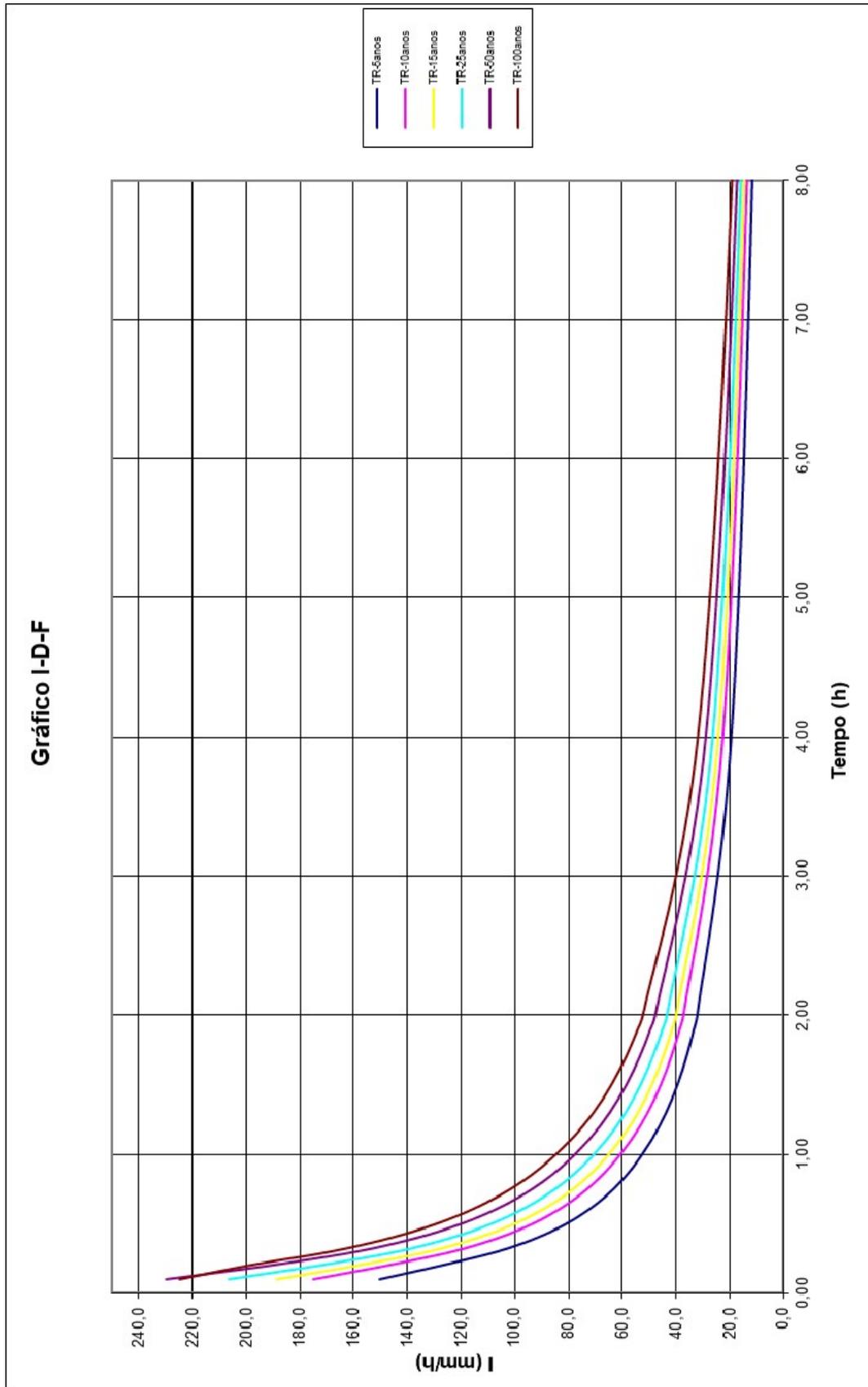


FIGURA 30 – INTENSIDADE X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA PARA 5, 10, 15, 25, 50 E 100 ANOS

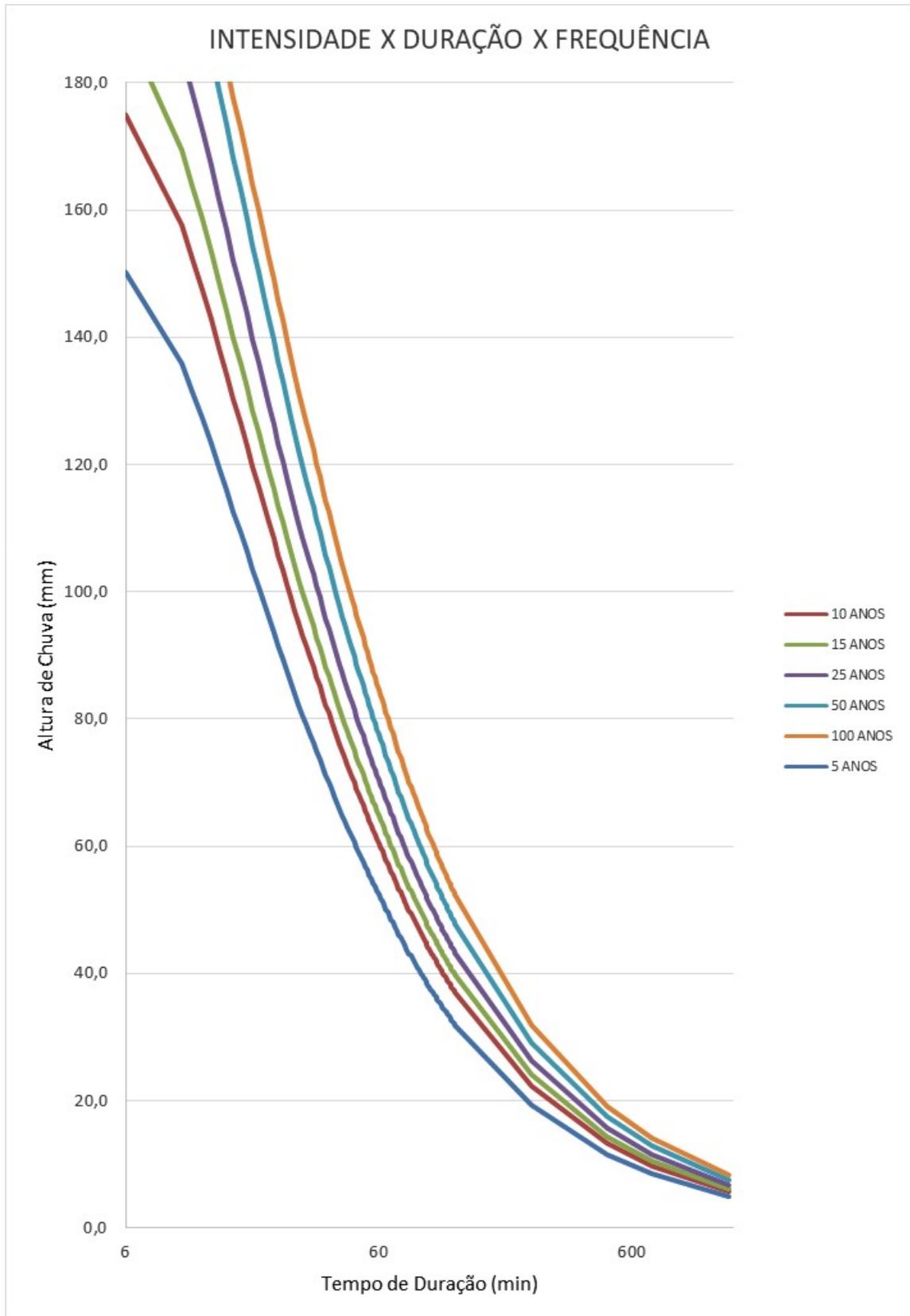
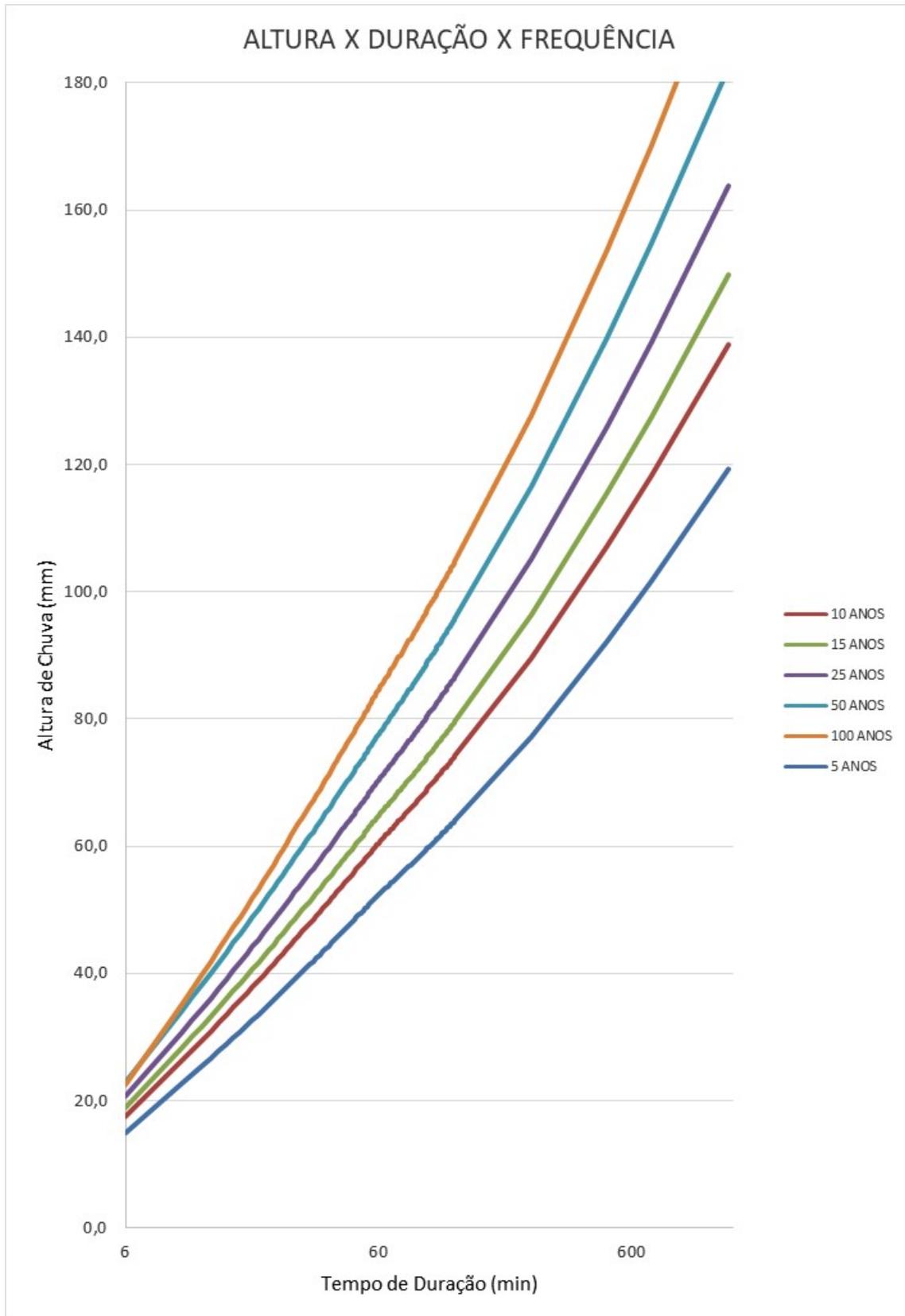


FIGURA 31 – ALTURA X DURAÇÃO X FREQUÊNCIA PARA 5, 10, 15, 25, 50 E 100 ANOS



10.1.4. ELEMENTOS DE PROJETO

10.1.4.1. TEMPO DE RETORNO

O tempo de recorrência para o projeto dos dispositivos de drenagem foi fixado levando-se em consideração os seguintes fatores:

- I. Importância e segurança da obra;
- II. No caso de interrupção do tráfego, os prejuízos econômicos;
- III. Danos às obras de drenagem;
- IV. Estimativa de custos de restauração, na hipótese de destruição;
- V. Periculosidade de subestimação das vazões pelos danos que as cheias possam ocasionar às populações ribeirinhas e às propriedades;
- VI. Outros fatores de ordem econômica.

Em face desses fatores, foram usados os seguintes períodos de recorrência segundo o Tipo de Dispositivo, conforme instruções do DNIT:

- I. Drenagem Superficial - 10 anos;
- II. Bueiros Tubulares - 15 e 25 anos, sendo 15 para cálculo como canal e 25 para verificação como orifício;
- III. Bueiros Celulares - 25 e 50 anos, sendo 25 para cálculo como canal e 50 para verificação como orifício;
- IV. Obras-de-Arte especiais (Pontes) - 100 anos.

10.1.4.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

É definido como sendo o tempo necessário para que a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. De uma maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende de vários parâmetros, tais como:

Área da bacia e sua forma;

Comprimento e declividade do canal mais longo (principal);

Tipo, recobrimento vegetal, uso da terra, etc.

Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula de Kirpich, para bacias até 0,8 ha:

$$T_c = 0,95 * (L^3 / H)^{0,385}$$

Onde:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

H = desnível do talvegue em m

Para o cálculo do tempo de concentração adotou-se a fórmula de Kirpich Modificado, para bacias superiores a 0,8 ha e inferiores a 10 ha:

$$T_c = 1,42 * (L^3 / H)^{0,385}$$

Onde:

T_c = tempo de concentração em horas;

L = comprimento do talvegue em km;

H = desnível do talvegue em m

Para bacias superiores a 10 hectare, utiliza-se HUT.

11. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem tem como objetivo a análise e o estudo da superfície natural da área correspondente ao Aeródromo Municipal localizado na cidade de Novo Progresso no Estado do Pará de modo a definir se a mesma deve ser substituída por uma superfície projetada.

Ele é constituído pela determinação dos volumes de terraplanagem, apresentação dos resultados obtidos e prescrições a serem seguidas para a execução da terraplenagem.

O presente projeto fundamenta-se nas informações obtidas através dos estudos ambientais, geotécnicos e topográficos, tendo por finalidade, a avaliação onde se fizer necessário da distribuição de material proveniente de corte por compensação longitudinal para que o aterro do subleito atinja a cota de projeto.

Os volumes de terraplenagem foram obtidos através do método das áreas e semi-distâncias entre as seções transversais com a utilização de aplicativo específico para computação gráfica.

Após determinado o início dos trabalhos recomenda-se a execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza, a serem efetuados na área a ser construída, delimitada pelas poligonais dos offsets definidas nas notas de serviço e acrescida da área entre o pátio de estacionamento e a faixa de pouso.

Para o projeto de terraplenagem não foi executada representação gráfica isolada, mas os seus dados se encontram diluídos nos Relatórios de Nivelamento e de Volumes, bem como nos perfis longitudinais e seções transversais.

O projeto geométrico foi concebido de acordo com as condições topográficas da região de sua implantação.

Diante desta premissa o projeto consiste em um segmento, conforme indicações no quadro a seguir.

QUADRO 9 – SEGMENTO A SER PAVIMENTADO – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM - PPD

Trecho	Segmento	Estacas	Extensão (m)
1	Entr. BR-163 / Aeródromo de Novo Progresso - PA	0+0,000 a 65 + 0,00	1.300,00

A elaboração do projeto teve como ponto de partida o lançamento da diretriz do traçado e da definição dos elementos planialtimétricos pela topografia.

O trecho em estudo atravessa uma região considerada ondulada de um modo geral.

11.1.INTRODUÇÃO

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido de acordo com as Normas e Especificações do DNIT.

Em conformidade com o padrão da Rodovia também foram utilizadas informações fornecidas pelos Estudos Topográficos, Geológicos, Geotécnicos, Projeto Geométrico, pesquisas locais e sugestões da Fiscalização.

Considerando que os cortes e os aterros projetados para esta obra possuem geralmente alturas pequenas, e levando-se em conta o tipo de solo e principalmente os aspectos relativos à proteção contra a erosão e a segurança do tráfego na rodovia e por outras séries de razões, advindas dos aspectos levantados na definição dos taludes, propusemos as seguintes inclinações a serem adotadas nos taludes:

- I. De corte : 1: 1 (V : H)
- II. De aterro: 1: 1,5 (V : H)

Visando a proteção dos taludes de corte e aterro foi prevista uma série de dispositivos de drenagem de proteção, os quais impedirão a erosão, tais como:

- I. Valeta de coroamento de corte;
- II. Valeta de proteção de pé de aterro;
- III. Sarjetas e

IV. Drenagem de taludes (corte e aterro).

Na construção dos aterros foram previstos graus de compactação de 100% do Proctor Normal para o corpo do aterro e 100% do Proctor Intermediário para a "CAMADA FINAL" (último 1,00 m).

A análise dos materiais ocorrentes ao longo do trecho evidenciou que a sua maioria será trabalhada sobre materiais de primeira categoria.

No quadro seguinte são apresentadas as coordenadas das estacas de projeto.

QUADRO 10 – COORDENADAS DAS ESTACAS DE PROJETO - PPD

Client Aeródromo de Novo Progresso
Client Company Your Company Name
Address 1 123 Main Street
Date: 02/03/2022 18:45:50

Alignment Name: EIXO PISTA PPD
Description:
Station Range: Start: 0+0.000, End: 1031+0.000
Station Increment: 200.00

Station	Northing	Easting	Tangential Direction
0+0.000	9,212,538.7236m	676,345.3050m	N 155° 17' 12.39"
10+0.000	9,212,357.0412m	676,428.9204m	N 155° 17' 12.39"
20+0.000	9,212,175.3589m	676,512.5357m	N 155° 17' 12.39"
30+0.000	9,211,993.6766m	676,596.1511m	N 155° 17' 12.39"
40+0.000	9,211,811.9942m	676,679.7664m	N 155° 17' 12.39"
50+0.000	9,211,630.3119m	676,763.3818m	N 155° 17' 12.39"
60+0.000	9,211,448.6295m	676,846.9971m	N 155° 17' 12.39"
70+0.000	9,211,266.9472m	676,930.6125m	N 155° 17' 12.39"
80+0.000	9,211,085.2649m	677,014.2279m	N 155° 17' 12.39"

11.2. CÁLCULO DOS VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

O cálculo dos volumes de terraplenagem foi obtido utilizando-se o software Auto CAD CIVIL 3D.

Os volumes foram calculados pelo método da semissoma das áreas de corte e aterro em cada par de seções transversais relativas a duas estacas sucessivas do projeto, correspondendo ao volume geométrico.

Foi estabelecido o fator de homogeneização para a equivalência entre volumes de corte e aterro de 1,30.

O seu emprego permitiu referir os volumes de terraplenagem a uma unidade comum, ou seja, a unidade de volume do material escavado (corte), para a distribuição de massa e quantitativos de terraplenagem.

11.3.CORTES

Os resultados obtidos pela vistoria de campo constataram que a maioria dos materiais provenientes dos cortes poderão ser utilizados na confecção dos aterros.

11.4.ATERROS

Para a confecção dos aterros, foram indicados os materiais provenientes de cortes, empréstimos e compensações laterais.

Para caracterização dos materiais a serem utilizados na execução dos aterros foram feitas sondagens a trado, pá e picareta.

Especial atenção deverá ser dada às indicações quanto às origens dos materiais a serem destinados para as camadas finais dos aterros (últimos 100 cm), bem como as indicações para depósito de materiais de inferior qualidade no fundo dos aterros.

11.5.DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS E DISTÂNCIAS DE TRANSPORTE

A distribuição dos materiais foi feita procurando sempre obter as menores distâncias de transporte possíveis, evitando-se porém os transportes com rampas ascendentes muito acentuadas.

Nos casos de cortes, a maioria de grande porte, prevê-se a execução com lâmina de cima para baixo.

11.6.VOLUMES DOS ELEMENTOS DIMENSIONADOS

A distribuição dos materiais foi feita procurando sempre obter as menores distâncias de transporte possíveis, evitando-se porém os transportes com rampas ascendentes muito

acentuadas.

Nos quadros seguintes são apresentados os volumes de corte e aterro dos elementos dimensionados do Aeródromo de Novo Progresso, sendo Pista de Pouso e Decolagem – PPD, taxi way e pátio de aeronaves.

QUADRO 11 – VOLUMES DE CORTE E ATERRO – PISTA DE TAXY WAY

Alinhamento: EIXO PISTA DE TAXI
 Grupo de Seções: SEÇÕES - EIXO PISTA DE TAXI
 Estaca Inicial: 0+0.000
 Estaca Final: 4+16.150

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volum de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volum de Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
0+0,000	0,00	10,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,000	10,00	22,60	326,76	326,76	0,00	0,00	326,76	326,76	0,00	326,76
2+0,000	10,00	25,99	485,85	485,85	0,00	0,00	812,61	812,61	0,00	812,61
3+0,000	10,00	25,45	514,36	514,36	0,00	0,00	1.326,96	1.326,96	0,00	1.326,96
4+0,000	10,00	11,13	365,82	365,82	0,00	0,00	1.692,78	1.692,78	0,00	1.692,78
4+16,150	8,07	4,98	130,12	130,12	1,72	13,85	1.822,90	1.822,90	13,85	1.809,05

QUADRO 12 – VOLUMES DE CORTE E ATERRO – PISTA DE POUZO E DECOLAGEM (1)

Alinhamento: EIXO PISTA PPD
 Grupo de Seções: SEÇÕES - EIXO PISTA PPD (1)
 Estaca Inicial: 0+0.000
 Estaca Final: 82+0.000

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volum de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volum de Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
0+0,000	0,00	27,88	0,00	0,00	11,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,000	10,00	29,41	572,96	572,96	7,34	186,35	572,96	572,96	186,35	386,62
2+0,000	10,00	35,01	644,29	644,29	4,22	115,59	1.217,25	1.217,25	301,94	915,32
3+0,000	10,00	40,24	752,55	752,55	3,87	80,91	1.969,80	1.969,80	382,85	1.586,95
4+0,000	10,00	43,48	837,20	837,20	2,33	61,98	2.807,00	2.807,00	444,83	2.362,17
5+0,000	10,00	42,27	857,53	857,53	2,50	48,31	3.664,53	3.664,53	493,14	3.171,38
6+0,000	10,00	44,68	869,48	869,48	4,07	65,76	4.534,01	4.534,01	558,90	3.975,11
7+0,000	10,00	45,20	898,73	898,73	6,61	106,82	5.432,74	5.432,74	665,72	4.767,02
8+0,000	10,00	44,16	893,56	893,56	6,20	128,07	6.326,30	6.326,30	793,79	5.532,51
9+0,000	10,00	45,57	897,32	897,32	4,35	105,48	7.223,62	7.223,62	899,27	6.324,36
10+0,000	10,00	48,44	940,14	940,14	3,91	82,62	8.163,76	8.163,76	981,89	7.181,87
11+0,000	10,00	51,95	1.003,94	1.003,94	3,24	71,51	9.167,70	9.167,70	1.053,40	8.114,30
12+0,000	10,00	48,49	1.004,40	1.004,40	4,66	79,06	10.172,10	10.172,10	1.132,46	9.039,64
13+0,000	10,00	47,95	964,38	964,38	5,85	105,19	11.136,48	11.136,48	1.237,65	9.898,83

QUADRO 13 – VOLUMES DE CORTE E ATERRO – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM (2)

Alinhamento: EIXO PISTA PPD
 Grupo de Seções: SEÇÕES - EIXO PISTA PPD (1)
 Estaca Inicial: 0+0.000
 Estaca Final: 82+0.000

Estaca	Semi Distância (m)	Área de Corte (m²)	Volume de Corte (m³)	Vol. Reuso (m³)	Área de Aterro (m²)	Volume Aterro (m³)	Vol. Acum. Corte (m³)	Vol. Reuso Acum. (m³)	Vol. Acum. Aterro (m³)	Dif. Vol. Acum. (m³)
14+0,000	10,00	43,72	916,73	916,73	6,01	118,65	12.053,21	12.053,21	1.356,30	10.696,91
15+0,000	10,00	43,48	871,99	871,99	6,93	129,43	12.925,20	12.925,20	1.485,73	11.439,47
16+0,000	10,00	44,65	881,31	881,31	7,25	141,86	13.806,50	13.806,50	1.627,58	12.178,92
17+0,000	10,00	46,17	908,26	908,26	6,61	138,64	14.714,76	14.714,76	1.766,22	12.948,54
18+0,000	10,00	47,15	933,24	933,24	5,78	123,92	15.648,00	15.648,00	1.890,14	13.757,86
19+0,000	10,00	45,33	924,79	924,79	5,10	108,80	16.572,78	16.572,78	1.998,94	14.573,85
20+0,000	10,00	47,33	926,61	926,61	4,24	93,42	17.499,39	17.499,39	2.092,36	15.407,03
21+0,000	10,00	51,64	989,73	989,73	2,85	70,90	18.489,12	18.489,12	2.163,26	16.325,86
22+0,000	10,00	48,68	1.003,23	1.003,23	2,00	48,48	19.492,35	19.492,35	2.211,75	17.280,61
23+0,000	10,00	46,58	952,61	952,61	2,69	46,88	20.444,96	20.444,96	2.258,63	18.186,33
24+0,000	10,00	45,27	918,50	918,50	2,00	46,88	21.363,46	21.363,46	2.305,51	19.057,95
25+0,000	10,00	43,22	884,94	884,94	1,83	38,30	22.248,40	22.248,40	2.343,81	19.904,59
26+0,000	10,00	43,14	863,56	863,56	1,54	33,69	23.111,96	23.111,96	2.377,50	20.734,46
27+0,000	10,00	40,47	836,07	836,07	0,90	24,42	23.948,03	23.948,03	2.401,93	21.546,10
28+0,000	10,00	45,55	860,24	860,24	0,00	9,00	24.808,26	24.808,26	2.410,93	22.397,33
29+0,000	10,00	52,18	977,35	977,35	0,00	0,00	25.785,61	25.785,61	2.410,93	23.374,68
30+0,000	10,00	55,31	1.074,95	1.074,95	0,00	0,00	26.860,56	26.860,56	2.410,93	24.449,63
31+0,000	10,00	57,28	1.125,94	1.125,94	0,00	0,00	27.986,50	27.986,50	2.410,93	25.575,57
32+0,000	10,00	58,48	1.157,60	1.157,60	0,00	0,00	29.144,10	29.144,10	2.410,93	26.733,17
33+0,000	10,00	57,57	1.160,51	1.160,51	0,00	0,00	30.304,61	30.304,61	2.410,93	27.893,68
34+0,000	10,00	58,88	1.164,52	1.164,52	0,08	0,84	31.469,12	31.469,12	2.411,77	29.057,35
35+0,000	10,00	60,90	1.197,77	1.197,77	0,00	0,84	32.666,90	32.666,90	2.412,61	30.254,29
36+0,000	10,00	64,46	1.253,63	1.253,63	0,00	0,00	33.920,53	33.920,53	2.412,61	31.507,92
37+0,000	10,00	66,71	1.311,75	1.311,75	0,00	0,00	35.232,27	35.232,27	2.412,61	32.819,66
38+0,000	10,00	68,31	1.350,24	1.350,24	0,00	0,00	36.582,52	36.582,52	2.412,61	34.169,91
39+0,000	10,00	66,41	1.347,21	1.347,21	0,00	0,00	37.929,73	37.929,73	2.412,61	35.517,12
40+0,000	10,00	64,70	1.311,03	1.311,03	0,00	0,00	39.240,76	39.240,76	2.412,61	36.828,15
41+0,000	10,00	63,75	1.284,43	1.284,43	0,00	0,00	40.525,19	40.525,19	2.412,61	38.112,58
42+0,000	10,00	62,77	1.265,15	1.265,15	0,00	0,00	41.790,34	41.790,34	2.412,61	39.377,73
43+0,000	10,00	60,45	1.232,22	1.232,22	0,00	0,00	43.022,56	43.022,56	2.412,61	40.609,95
44+0,000	10,00	54,26	1.147,19	1.147,19	0,35	3,49	44.169,75	44.169,75	2.416,10	41.753,65
45+0,000	10,00	44,62	988,82	988,82	1,34	16,92	45.158,58	45.158,58	2.433,01	42.725,56
46+0,000	10,00	37,28	818,93	818,93	3,39	47,29	45.977,51	45.977,51	2.480,30	43.497,21
47+0,000	10,00	33,59	708,62	708,62	2,87	62,53	46.686,13	46.686,13	2.542,83	44.143,30
48+0,000	10,00	29,72	633,03	633,03	2,41	52,75	47.319,16	47.319,16	2.595,58	44.723,58
49+0,000	10,00	24,08	538,01	538,01	4,57	69,81	47.857,16	47.857,16	2.665,39	45.191,78
50+0,000	10,00	19,88	439,65	439,65	5,27	98,47	48.296,82	48.296,82	2.763,86	45.532,95
51+0,000	10,00	20,84	407,18	407,18	6,21	114,88	48.704,00	48.704,00	2.878,74	45.825,26
52+0,000	10,00	19,07	399,06	399,06	7,42	136,38	49.103,06	49.103,06	3.015,12	46.087,94
53+0,000	10,00	18,97	380,42	380,42	8,71	161,35	49.483,48	49.483,48	3.176,47	46.307,01
54+0,000	10,00	18,36	373,29	373,29	8,11	168,19	49.856,77	49.856,77	3.344,66	46.512,11
55+0,000	10,00	20,99	393,44	393,44	6,08	141,89	50.250,21	50.250,21	3.486,54	46.763,66
56+0,000	10,00	25,36	463,44	463,44	6,17	122,56	50.713,65	50.713,65	3.609,10	47.104,55
57+0,000	10,00	27,98	533,33	533,33	8,22	143,94	51.246,98	51.246,98	3.753,05	47.493,93
58+0,000	10,00	27,55	555,25	555,25	5,54	137,64	51.802,22	51.802,22	3.890,68	47.911,54
59+0,000	10,00	28,72	562,71	562,71	8,31	138,58	52.364,94	52.364,94	4.029,27	48.335,67
60+0,000	10,00	27,98	567,01	567,01	7,29	156,07	52.931,95	52.931,95	4.185,34	48.746,61

QUADRO 14 – VOLUMES DE CORTE E ATERRO – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM (3)

Alinhamento: EIXO PISTA PPD
 Grupo de Seções: SEÇÕES - EIXO PISTA PPD (1)
 Estaca Inicial: 0+0.000
 Estaca Final: 82+0.000

<u>Estaca</u>	<u>Semi Distância (m)</u>	<u>Área de Corte (m²)</u>	<u>Volume de Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso (m³)</u>	<u>Área de Aterro (m²)</u>	<u>Volume Aterro (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Corte (m³)</u>	<u>Vol. Reuso Acum. (m³)</u>	<u>Vol. Acum. Aterro (m³)</u>	<u>Dif. Vol. Acum. (m³)</u>
61+0,000	10,00	26,26	542,42	542,42	7,66	149,58	53.474,37	53.474,37	4.334,92	49.139,45
62+0,000	10,00	24,77	510,36	510,36	6,67	143,39	53.984,73	53.984,73	4.478,31	49.506,42
63+0,000	10,00	23,91	486,86	486,86	7,63	143,09	54.471,59	54.471,59	4.621,40	49.850,20
64+0,000	10,00	24,17	480,87	480,87	6,92	145,56	54.952,47	54.952,47	4.766,96	50.185,51
65+0,000	10,00	25,36	495,35	495,35	5,72	126,43	55.447,82	55.447,82	4.893,39	50.554,43
66+0,000	10,00	26,69	520,53	520,53	4,11	98,29	55.968,35	55.968,35	4.991,68	50.976,67
67+0,000	10,00	28,11	547,98	547,98	1,66	57,66	56.516,33	56.516,33	5.049,34	51.466,99
68+0,000	10,00	27,83	559,33	559,33	2,53	41,83	57.075,67	57.075,67	5.091,17	51.984,50
69+0,000	10,00	26,39	542,21	542,21	4,11	66,31	57.617,88	57.617,88	5.157,48	52.460,40
70+0,000	10,00	27,92	543,16	543,16	3,96	80,69	58.161,03	58.161,03	5.238,17	52.922,86
71+0,000	10,00	31,08	590,02	590,02	3,68	76,45	58.751,06	58.751,06	5.314,62	53.436,43
72+0,000	10,00	32,88	639,62	639,62	5,23	89,08	59.390,68	59.390,68	5.403,70	53.986,97
73+0,000	10,00	33,74	666,23	666,23	8,95	141,81	60.056,91	60.056,91	5.545,51	54.511,40
74+0,000	10,00	34,05	677,88	677,88	12,53	214,83	60.734,79	60.734,79	5.760,33	54.974,46
75+0,000	10,00	29,74	637,81	637,81	18,77	312,99	61.372,60	61.372,60	6.073,32	55.299,28
76+0,000	10,00	21,76	514,93	514,93	30,86	496,28	61.887,53	61.887,53	6.569,60	55.317,93
77+0,000	10,00	12,37	341,29	341,29	43,73	745,92	62.228,82	62.228,82	7.315,52	54.913,30
78+0,000	10,00	2,50	148,68	148,68	52,61	963,49	62.377,50	62.377,50	8.279,01	54.098,48
79+0,000	10,00	6,15	86,48	86,48	35,44	880,51	62.463,98	62.463,98	9.159,52	53.304,46
80+0,000	10,00	1,22	73,76	73,76	29,65	650,88	62.537,74	62.537,74	9.810,41	52.727,34
81+0,000	10,00	0,00	12,24	12,24	69,05	987,03	62.549,98	62.549,98	#####	51.752,55
82+0,000	10,00	0,00	0,00	0,00	123,02	1.920,68	62.549,98	62.549,98	#####	49.831,86

11.7. NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE TERRAPLENAGEM

A seguir vamos apresentar o quadro resumo dos quantitativos de terraplenagem.

QUADRO 15 – NOTAS DE SERVIÇO – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM – PPD (1)

Nota de Serviço de Terraplanagem PPD - EST.: 0+0,000 a 81+20,000																													
Estaca	Pontos Notáveis da Geometria Horizontal	Pontos Notáveis da Geometria Vertical	Lado Esquerdo									Eixo			Lado Direito														
			Offset			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 02			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 01			PPD			Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	PPD			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 01			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 02			Offset		
			Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)				Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
0+0,000			0,000	0,000		-45,000	221,720	0,000	-40,000	221,720	-2,500	-15,000	222,345	-1,500	222,570	222,570	0,000	15,000	222,345	-1,500	40,000	221,720	-2,500	45,000	221,720	0,000	46,372	221,995	20,000
1+0,000			-46,374	221,104	-66,670	-45,000	222,020	0,000	-40,000	222,020	-2,500	-15,000	222,645	-1,500	222,870	223,016	-0,146	15,000	222,645	-1,500	40,000	222,020	-2,500	45,000	222,020	0,000	46,964	222,413	20,000
2+0,000			-46,187	221,528	-66,670	-45,000	222,320	0,000	-40,000	222,320	-2,500	-15,000	222,945	-1,500	223,170	223,460	-0,290	15,000	222,945	-1,500	40,000	222,320	-2,500	45,000	222,320	0,000	47,472	222,814	20,000
3+0,000			-46,287	221,762	-66,670	-45,000	222,620	0,000	-40,000	222,620	-2,500	-15,000	223,245	-1,500	223,470	223,755	-0,285	15,000	223,245	-1,500	40,000	222,620	-2,500	45,000	222,620	0,000	48,197	223,259	20,000
4+0,000			-45,907	222,315	-66,670	-45,000	222,920	0,000	-40,000	222,920	-2,500	-15,000	223,545	-1,500	223,770	223,985	-0,215	15,000	223,545	-1,500	40,000	222,920	-2,500	45,000	222,920	0,000	47,221	223,364	20,000
5+0,000			-45,594	222,823	-66,670	-45,000	223,219	0,000	-40,000	223,219	-2,500	-15,000	223,844	-1,500	224,069	224,154	-0,085	15,000	223,844	-1,500	40,000	223,219	-2,500	45,000	223,219	0,000	46,074	223,434	20,000
6+0,000			-45,482	223,198	-66,670	-45,000	223,519	0,000	-40,000	223,519	-2,500	-15,000	224,144	-1,500	224,369	224,396	-0,027	15,000	224,144	-1,500	40,000	223,519	-2,500	45,000	223,519	0,000	46,504	223,820	20,000
7+0,000			-45,204	223,683	-66,670	-45,000	223,819	0,000	-40,000	223,819	-2,500	-15,000	224,444	-1,500	224,669	224,543	0,126	15,000	224,444	-1,500	40,000	223,819	-2,500	45,000	223,819	0,000	46,501	224,119	20,000
8+0,000			-45,075	224,069	-66,670	-45,000	224,119	0,000	-40,000	224,119	-2,500	-15,000	224,744	-1,500	224,969	224,863	0,106	15,000	224,744	-1,500	40,000	224,119	-2,500	45,000	224,119	0,000	46,008	224,320	20,000
9+0,000			-45,327	224,484	20,000	-45,000	224,419	0,000	-40,000	224,419	-2,500	-15,000	225,044	-1,500	225,269	225,308	-0,039	15,000	225,044	-1,500	40,000	224,419	-2,500	45,000	224,419	0,000	45,441	224,507	20,000
10+0,000			-45,698	224,858	20,000	-45,000	224,718	0,000	-40,000	224,718	-2,500	-15,000	225,344	-1,500	225,568	225,937	-0,369	15,000	225,344	-1,500	40,000	224,718	-2,500	45,000	224,718	0,000	45,931	224,905	20,000
11+0,000			-45,711	225,160	20,000	-45,000	225,018	0,000	-40,000	225,018	-2,500	-15,000	225,643	-1,500	225,868	226,244	-0,376	15,000	225,643	-1,500	40,000	225,018	-2,500	45,000	225,018	0,000	46,896	225,398	20,000
12+0,000			-46,039	225,526	20,000	-45,000	225,318	0,000	-40,000	225,318	-2,500	-15,000	225,943	-1,500	226,168	226,414	-0,246	15,000	225,943	-1,500	40,000	225,318	-2,500	45,000	225,318	0,000	46,945	225,707	20,000
13+0,000		PCV	-46,280	225,874	20,000	-45,000	225,618	0,000	-40,000	225,618	-2,500	-15,000	226,243	-1,500	226,468	226,660	-0,192	15,000	226,243	-1,500	40,000	225,618	-2,500	45,000	225,618	0,000	46,755	225,969	20,000
14+0,000			-46,042	226,124	20,000	-45,000	225,916	0,000	-40,000	225,916	-2,500	-15,000	226,541	-1,500	226,766	226,953	-0,187	15,000	226,541	-1,500	40,000	225,916	-2,500	45,000	225,916	0,000	46,554	226,226	20,000
15+0,000			-45,981	226,396	20,000	-45,000	226,200	0,000	-40,000	226,200	-2,500	-15,000	226,825	-1,500	227,050	227,238	-0,188	15,000	226,825	-1,500	40,000	226,200	-2,500	45,000	226,200	0,000	46,277	226,455	20,000
16+0,000			-46,330	226,734	20,000	-45,000	226,468	0,000	-40,000	226,468	-2,500	-15,000	227,093	-1,500	227,318	227,419	-0,101	15,000	227,093	-1,500	40,000	226,468	-2,500	45,000	226,468	0,000	46,005	226,669	20,000
17+0,000			-46,516	227,023	20,000	-45,000	226,720	0,000	-40,000	226,720	-2,500	-15,000	227,345	-1,500	227,570	227,694	-0,124	15,000	227,345	-1,500	40,000	226,720	-2,500	45,000	226,720	0,000	46,813	227,083	20,000
18+0,000			-46,674	227,292	20,000	-45,000	226,957	0,000	-40,000	226,957	-2,500	-15,000	227,582	-1,500	227,807	227,997	-0,190	15,000	227,582	-1,500	40,000	226,957	-2,500	45,000	226,957	0,000	47,009	227,359	20,000
19+0,000			-47,004	227,579	20,000	-45,000	227,178	0,000	-40,000	227,178	-2,500	-15,000	227,803	-1,500	228,028	228,064	-0,036	15,000	227,803	-1,500	40,000	227,178	-2,500	45,000	227,178	0,000	46,437	227,465	20,000
20+0,000			-48,445	228,072	20,000	-45,000	227,383	0,000	-40,000	227,383	-2,500	-15,000	228,008	-1,500	228,233	228,274	-0,041	15,000	228,008	-1,500	40,000	227,383	-2,500	45,000	227,383	0,000	46,625	227,708	20,000
21+0,000			-49,365	228,445	20,000	-45,000	227,572	0,000	-40,000	227,572	-2,500	-15,000	228,197	-1,500	228,422	228,534	-0,112	15,000	228,197	-1,500	40,000	227,572	-2,500	45,000	227,572	0,000	46,688	227,910	20,000
22+0,000			-48,371	228,420	20,000	-45,000	227,746	0,000	-40,000	227,746	-2,500	-15,000	228,371	-1,500	228,596	228,802	-0,206	15,000	228,371	-1,500	40,000	227,746	-2,500	45,000	227,746	0,000	46,658	228,078	20,000
23+0,000			-47,968	228,498	20,000	-45,000	227,904	0,000	-40,000	227,904	-2,500	-15,000	228,529	-1,500	228,754	228,995	-0,241	15,000	228,529	-1,500	40,000	227,904	-2,500	45,000	227,904	0,000	46,770	228,258	20,000
24+0,000			-47,859	228,618	20,000	-45,000	228,046	0,000	-40,000	228,046	-2,500	-15,000	228,671	-1,500	228,896	229,095	-0,199	15,000	228,671	-1,500	40,000	228,046	-2,500	45,000	228,046	0,000	47,299	228,506	20,000
25+0,000			-47,796	228,732	20,000	-45,000	228,173	0,000	-40,000	228,173	-2,500	-15,000	228,798	-1,500	229,023	229,158	-0,135	15,000	228,798	-1,500	40,000	228,173	-2,500	45,000	228,173	0,000	47,562	228,685	20,000
26+0,000			-48,236	228,931	20,000	-45,000	228,284	0,000	-40,000	228,284	-2,500	-15,000	228,909	-1,500	229,134	229,216	-0,082	15,000	228,909	-1,500	40,000	228,284	-2,500	45,000	228,284	0,000	47,606	228,805	20,000
27+0,000			-47,475	228,874	20,000	-45,000	228,379	0,000	-40,000	228,379	-2,500	-15,000	229,004	-1,500	229,229	229,300	-0,071	15,000	229,004	-1,500	40,000	228,379	-2,500	45,000	228,379	0,000	47,625	228,904	20,000
28+0,000			-48,237	229,106	20,000	-45,000	228,458	0,000	-40,000	228,458	-2,500	-15,000	229,083	-1,500	229,308	229,372	-0,064	15,000	229,083	-1,500	40,000	228,458	-2,500	45,000	228,458	0,000	48,097	229,077	20,000
29+0,000			-48,815	229,285	20,000	-45,000	228,522	0,000	-40,000	228,522	-2,500	-15,000	229,147	-1,500	229,372	229,441	-0,069	15,000	229,147	-1,500	40,000	228,522	-2,500	45,000	228,522	0,000	48,557	229,233	20,000
30+0,000			-48,805	229,331	20,000	-45,000	228,570	0,000	-40,000	228,570	-2,500	-15,000	229,195	-1,500	229,420	229,489	-0,069	15,000	229,195	-1,500	40,000	228,570	-2,500	45,000	228,570	0,000	48,945	229,359	20,000
31+0,000			-48,529	229,308	20,000	-45,000	228,602	0,000	-40,000	228,602	-2,500	-15,000	229,227	-1,500	229,452	229,522	-0,070	15,000	229,227	-1,500	40,000	228,602	-2,500	45,000	228,602	0,000	49,418	229,485	20,000
32+0,000			-47,901	229,198	20,000	-45,000	228,618	0,000	-40,000	228,618	-2,500	-15,000	229,243	-1,500	229,468	229,527	-0,059	15,000	229,243	-1,500	40,000	228,618	-2,500	45,000	228,618	0,000	50,148	229,648	20,000
33+0,000			-47,705	229,160	20,000	-45,000	228,619	0,000	-40,000	228,619	-2,500	-15,000	229,244	-1,500	229,469	229,480	-0,011	15,000	229,244	-1,500	40,000	228,619	-2,500	45,000	228,619	0,000	49,796	229,578	20,000
34+0,000			-47,833	229,170	20,000	-45,000	228,604	0,000	-40,000	228,604	-2,500	-15,000	229,229	-1,500	229,454	229,416	0,038	15,000	229,229	-1,500	40,000	228,604	-2,500	45,000	228,604	0,000	50,165	229,636	20,000
35+0,000			-47,818	229,136	20,000	-45,000	228,573	0,000	-40,000	228,573	-2,500	-15,000	229,198	-1,500	229,423	229,422	0,001	15,000	229,198	-1,500	40,000	228,573	-2,500	45,000	228,573	0,000	49,617	229,496	20,00

QUADRO 16 – NOTAS DE SERVIÇO – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM – PPD (2)

Nota de Serviço de Terraplanagem PPD - EST.: 0+0,000 a 81+20,000																													
Estaca	Pontos Notáveis da Geometria Horizontal	Pontos Notáveis da Geometria Vertical	Lado Esquerdo												Eixo			Lado Direito											
			Offset			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 02			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 01			PPD			Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	PPD			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 01			ÁREA DE CONFORMAÇÃO 02			Offset		
			Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)				Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)	Afast. (m)	Cota (m)	Incl. (%)
0+0,000			0,000	0,000		-45,000	221,720	0,000	-40,000	221,720	-2,500	-15,000	222,345	-1,500	222,570	222,570	0,000	15,000	222,345	-1,500	40,000	221,720	-2,500	45,000	221,720	0,000	46,372	221,995	20,000
1+0,000			-46,374	221,104	-66,670	-45,000	222,020	0,000	-40,000	222,020	-2,500	-15,000	222,645	-1,500	222,870	223,016	-0,146	15,000	222,645	-1,500	40,000	222,020	-2,500	45,000	222,020	0,000	46,964	222,413	20,000
39+0,000			-47,810	228,859	20,000	-45,000	228,297	0,000	-40,000	228,297	-2,500	-15,000	228,922	-1,500	229,147	229,352	-0,205	15,000	228,922	-1,500	40,000	228,297	-2,500	45,000	228,297	0,000	49,156	229,128	20,000
40+0,000			-47,734	228,755	20,000	-45,000	228,208	0,000	-40,000	228,208	-2,500	-15,000	228,833	-1,500	229,058	229,192	-0,134	15,000	228,833	-1,500	40,000	228,208	-2,500	45,000	228,208	0,000	50,201	229,248	20,000
41+0,000			-47,234	228,566	20,000	-45,000	228,119	0,000	-40,000	228,119	-2,500	-15,000	228,744	-1,500	228,969	228,985	-0,016	15,000	228,744	-1,500	40,000	228,119	-2,500	45,000	228,119	0,000	50,687	229,256	20,000
42+0,000			-47,721	228,575	20,000	-45,000	228,031	0,000	-40,000	228,031	-2,500	-15,000	228,656	-1,500	228,881	229,038	-0,157	15,000	228,656	-1,500	40,000	228,031	-2,500	45,000	228,031	0,000	50,214	229,073	20,000
43+0,000		PTV	-46,850	228,312	20,000	-45,000	227,942	0,000	-40,000	227,942	-2,500	-15,000	228,567	-1,500	228,792	229,089	-0,297	15,000	228,567	-1,500	40,000	227,942	-2,500	45,000	227,942	0,000	50,618	229,066	20,000
44+0,000			-47,082	228,271	20,000	-45,000	227,854	0,000	-40,000	227,854	-2,500	-15,000	228,479	-1,500	228,704	228,713	-0,009	15,000	228,479	-1,500	40,000	227,854	-2,500	45,000	227,854	0,000	50,150	228,884	20,000
45+0,000			-45,685	227,903	20,000	-45,000	227,766	0,000	-40,000	227,766	-2,500	-15,000	228,391	-1,500	228,616	228,457	0,159	15,000	228,391	-1,500	40,000	227,766	-2,500	45,000	227,766	0,000	49,454	228,657	20,000
46+0,000			-45,391	227,757	20,000	-45,000	227,678	0,000	-40,000	227,678	-2,500	-15,000	228,303	-1,500	228,528	228,276	0,252	15,000	228,303	-1,500	40,000	227,678	-2,500	45,000	227,678	0,000	47,561	228,191	20,000
47+0,000			-45,330	227,656	20,000	-45,000	227,591	0,000	-40,000	227,591	-2,500	-15,000	228,216	-1,500	228,441	228,110	0,331	15,000	228,216	-1,500	40,000	227,591	-2,500	45,000	227,591	0,000	47,654	228,121	20,000
48+0,000			-45,431	227,215	-66,670	-45,000	227,503	0,000	-40,000	227,503	-2,500	-15,000	228,128	-1,500	228,353	228,141	0,212	15,000	228,128	-1,500	40,000	227,503	-2,500	45,000	227,503	0,000	48,472	228,197	20,000
49+0,000			-46,113	226,673	-66,670	-45,000	227,415	0,000	-40,000	227,415	-2,500	-15,000	228,040	-1,500	228,265	228,127	0,138	15,000	228,040	-1,500	40,000	227,415	-2,500	45,000	227,415	0,000	47,454	227,905	20,000
50+0,000			-45,651	226,893	-66,670	-45,000	227,327	0,000	-40,000	227,327	-2,500	-15,000	227,952	-1,500	228,177	228,009	0,168	15,000	227,952	-1,500	40,000	227,327	-2,500	45,000	227,327	0,000	46,498	227,626	20,000
51+0,000			-46,577	226,187	-66,670	-45,000	227,239	0,000	-40,000	227,239	-2,500	-15,000	227,864	-1,500	228,089	227,895	0,194	15,000	227,864	-1,500	40,000	227,239	-2,500	45,000	227,239	0,000	46,678	227,574	20,000
52+0,000			-46,339	226,258	-66,670	-45,000	227,151	0,000	-40,000	227,151	-2,500	-15,000	227,776	-1,500	228,001	227,816	0,185	15,000	227,776	-1,500	40,000	227,151	-2,500	45,000	227,151	0,000	47,661	227,683	20,000
53+0,000			-47,029	225,710	-66,670	-45,000	227,063	0,000	-40,000	227,063	-2,500	-15,000	227,688	-1,500	227,913	227,739	0,174	15,000	227,688	-1,500	40,000	227,063	-2,500	45,000	227,063	0,000	48,231	227,709	20,000
54+0,000			-46,995	225,645	-66,670	-45,000	226,975	0,000	-40,000	226,975	-2,500	-15,000	227,600	-1,500	227,825	227,653	0,172	15,000	227,600	-1,500	40,000	226,975	-2,500	45,000	226,975	0,000	47,244	227,424	20,000
55+0,000			-47,148	225,455	-66,670	-45,000	226,887	0,000	-40,000	226,887	-2,500	-15,000	227,512	-1,500	227,737	227,824	-0,087	15,000	227,512	-1,500	40,000	226,887	-2,500	45,000	226,887	0,000	46,616	227,210	20,000
56+0,000			-47,075	225,416	-66,670	-45,000	226,799	0,000	-40,000	226,799	-2,500	-15,000	227,424	-1,500	227,649	227,553	0,096	15,000	227,424	-1,500	40,000	226,799	-2,500	45,000	226,799	0,000	47,760	227,351	20,000
57+0,000			-46,889	225,451	-66,670	-45,000	226,711	0,000	-40,000	226,711	-2,500	-15,000	227,336	-1,500	227,561	227,439	0,122	15,000	227,336	-1,500	40,000	226,711	-2,500	45,000	226,711	0,000	47,614	227,234	20,000
58+0,000			-47,162	225,182	-66,670	-45,000	226,623	0,000	-40,000	226,623	-2,500	-15,000	227,248	-1,500	227,473	227,530	-0,057	15,000	227,248	-1,500	40,000	226,623	-2,500	45,000	226,623	0,000	47,951	227,213	20,000
59+0,000			-47,223	225,053	-66,670	-45,000	226,535	0,000	-40,000	226,535	-2,500	-15,000	227,160	-1,500	227,385	227,191	0,194	15,000	227,160	-1,500	40,000	226,535	-2,500	45,000	226,535	0,000	48,335	227,202	20,000
60+0,000			-47,119	225,035	-66,670	-45,000	226,447	0,000	-40,000	226,447	-2,500	-15,000	227,072	-1,500	227,297	227,083	0,214	15,000	227,072	-1,500	40,000	226,447	-2,500	45,000	226,447	0,000	48,493	227,146	20,000
61+0,000			-46,916	225,082	-66,670	-45,000	226,359	0,000	-40,000	226,359	-2,500	-15,000	226,984	-1,500	227,209	227,049	0,160	15,000	226,984	-1,500	40,000	226,359	-2,500	45,000	226,359	0,000	47,585	226,876	20,000
62+0,000			-47,427	224,653	-66,670	-45,000	226,271	0,000	-40,000	226,271	-2,500	-15,000	226,896	-1,500	227,121	226,933	0,188	15,000	226,896	-1,500	40,000	226,271	-2,500	45,000	226,271	0,000	48,391	226,950	20,000
63+0,000			-47,174	224,734	-66,670	-45,000	226,183	0,000	-40,000	226,183	-2,500	-15,000	226,808	-1,500	227,033	226,846	0,187	15,000	226,808	-1,500	40,000	226,183	-2,500	45,000	226,183	0,000	48,372	226,858	20,000
64+0,000			-47,250	224,595	-66,670	-45,000	226,095	0,000	-40,000	226,095	-2,500	-15,000	226,720	-1,500	226,945	226,759	0,186	15,000	226,720	-1,500	40,000	226,095	-2,500	45,000	226,095	0,000	48,699	226,835	20,000
65+0,000			-46,995	224,677	-66,670	-45,000	226,007	0,000	-40,000	226,007	-2,500	-15,000	226,632	-1,500	226,857	226,664	0,193	15,000	226,632	-1,500	40,000	226,007	-2,500	45,000	226,007	0,000	48,795	226,766	20,000
66+0,000			-46,694	224,790	-66,670	-45,000	225,919	0,000	-40,000	225,919	-2,500	-15,000	226,544	-1,500	226,769	226,613	0,156	15,000	226,544	-1,500	40,000	225,919	-2,500	45,000	225,919	0,000	47,954	226,510	20,000
67+0,000			-46,437	224,873	-66,670	-45,000	225,832	0,000	-40,000	225,832	-2,500	-15,000	226,457	-1,500	226,682	226,605	0,077	15,000	226,457	-1,500	40,000	225,832	-2,500	45,000	225,832	0,000	47,490	226,330	20,000
68+0,000			-46,301	224,876	-66,670	-45,000	225,744	0,000	-40,000	225,744	-2,500	-15,000	226,369	-1,500	226,594	226,450	0,144	15,000	226,369	-1,500	40,000	225,744	-2,500	45,000	225,744	0,000	48,346	226,413	20,000
69+0,000			-45,999	224,989	-66,670	-45,000	225,656	0,000	-40,000	225,656	-2,500	-15,000	226,281	-1,500	226,506	226,306	0,200	15,000	226,281	-1,500	40,000	225,656	-2,500	45,000	225,656	0,000	47,568	226,169	20,000
70+0,000			-45,876	224,984	-66,670	-45,000	225,568	0,000	-40,000	225,568	-2,500	-15,000	226,193	-1,500	226,418	226,335	0,083	15,000	226,193	-1,500	40,000	225,568	-2,500	45,000	225,568	0,000	48,509	226,270	20,000
71+0,000			-45,436	225,189	-66,670	-45,000	225,480	0,000	-40,000	225,480	-2,500	-15,000	226,105	-1,500	226,330	226,329	0,001	15,000	226,105	-1,500	40,000	225,480	-2,500	45,000	225,480	0,000	48,592	226,198	20,000
72+0,000			-45,995	224,728	-66,670	-45,000	225,392	0,000	-40,000	225,392	-2,500	-15,000	226,017	-1,500	226,242	226,300	-0,058	15,000	226,017	-1,500	40,000	225,392	-2,500	45,000	225,392	0,000	48,826	226,157	

12. PROJETO GEOMÉTRICO

A elaboração do projeto teve como ponto de partida o lançamento da diretriz do traçado e da definição dos elementos planialtimétricos pela topografia. A PPD, taxi way e pátio de aeronaves em estudo atravessa uma região considerada levemente ondulada de um modo geral.

12.1. EXECUÇÃO DO PROJETO

Definida a locação em planta e estabelecido o perfil altimétrico do terreno natural, tratou-se de lançar o greide. Esta linha de greide foi projetada partindo-se de duas premissas fundamentais:

- I. Economicidade e;
- II. Concordância dos elementos horizontais e verticais.

A economicidade foi obtida segundo a solução técnica mais econômica, evitando-se grandes movimentos de terra.

Para que houvesse concordância dos elementos horizontais e verticais estes parâmetros foram estudados em conjunto, de modo que a rodovia apresentasse o traçado mais seguro e confortável possível.

Procurou-se sempre adotar nas curvas os raios mais amplos possíveis.

O greide foi inicialmente lançado com base nos elementos obtidos no campo. Em seguida, os técnicos da consultora percorreram todo o trecho analisando e anotando as modificações necessárias.

Efetuada estas modificações, foram desenhadas as seções transversais e feita nova verificação do greide para eventuais ajustes localizados.

12.2. MODELO DIGITAL DO TERRENO

O modelo digital do terreno foi elaborado utilizando o software Auto CAD CIVIL 3D. Após o processamento de todos os dados de campo levantados pela topografia, foram criados no programa, analiticamente, todos os elementos necessários à perfeita representação gráfica e geométrica da situação real.

12.3. PLANTA

O projeto em planta foi executado na escala 1:2.000, sendo o eixo estaqueado a cada 20,0 m conforme o serviço topográfico, assinalando-se as estacas correspondentes aos quilômetros inteiros, bem como as estacas correspondentes a todos os pontos notáveis das curvas.

Os alinhamentos estão acompanhados dos azimutes e curvas enumeradas com os elementos geométricos anotados em uma tabela.

As amarrações dos pontos notáveis (PC, PT, TE, ET, PI, etc) estão representadas graficamente, mostrando-se o posicionamento dos respectivos marcos.

Os RNs implantados também estão representados na planta.

As linhas de demarcação dos off-sets estão representadas através de convenções próprias para cortes e aterros.

Todos os detalhes topográficos dentro da área da faixa de domínio tais como: linhas de transmissão, construções, dispositivos de drenagem, cercas, grotas, caixas de empréstimos, etc são apresentados de maneira clara e objetiva e com todos os elementos necessários ao seu entendimento.

A representação das pontes e dos bueiros, com nomes dos cursos d' água e escondidas foi feita utilizando-se legenda adequada e com todas as informações disponíveis.

Outros dispositivos tais como: valetas de proteção e caixas de empréstimos estão representados, indicando-se o local onde se encontram e seus detalhes construtivos.

12.4. PERFIL

Estão desenhadas em perfil a linha do terreno natural e o greide de terraplenagem projetado no eixo da plataforma. Indica-se ainda o estaqueamento, utilizando-se das escalas: Horizontal -1:2.000 e Vertical -1:200

Todos os elementos do greide, como percentagens e extensões das rampas,

comprimentos das projeções horizontais das curvas de concordância vertical, estacas e cotas dos PIV, PCV e PTV das curvas verticais e comprimento da flecha máxima "emax" foram indicados.

O perfil é acompanhado pelos furos de sondagem dos solos do subleito, obtidos nos Estudos Geotécnicos.

12.5. SEÇÃO TRANSVERSAL TIPO

Devido às condições topográficas da região de implantação do projeto foi necessário a criação de várias seções transversais tipo de terraplenagem, com diversas larguras.

Os taludes de corte foram projetados na sua totalidade com inclinação de H:V = 1:1 e os de aterros H:V=1,5:1, compatíveis com a estabilidade necessária aos taludes existentes, conforme descrito no Estudo Geológico.

As seções adotadas encontram-se detalhadas no **Volume 2 – Projeto de Execução**.

A disposição do layout futuro do aeroporto foi realizada de acordo com os critérios de projeto estabelecidos no RBAC 154. Os critérios de concepção específicos associados aos códigos de referência do aeródromo código 2C são apresentados a seguir. Foram consideradas operações instrumentadas de não precisão.

TABELA 5 – REQUISITOS GEOMÉTRICOS PARA CÓDIGO 2C IFR – ATR 42-300

CRITÉRIO	EXISTENTE (m)	REQUERIDO (m)
Largura da Pista	28,00	30,00
Largura do acostamento da Pista		N/A
Largura da Faixa de Pista (Strip)		150,00
Comprimento da Faixa de Pista além da PPD		60,00
Comprimento da RESA, além da Faixa de Pista	-	90,00
Largura mínima da RESA		60,00

12.6. PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

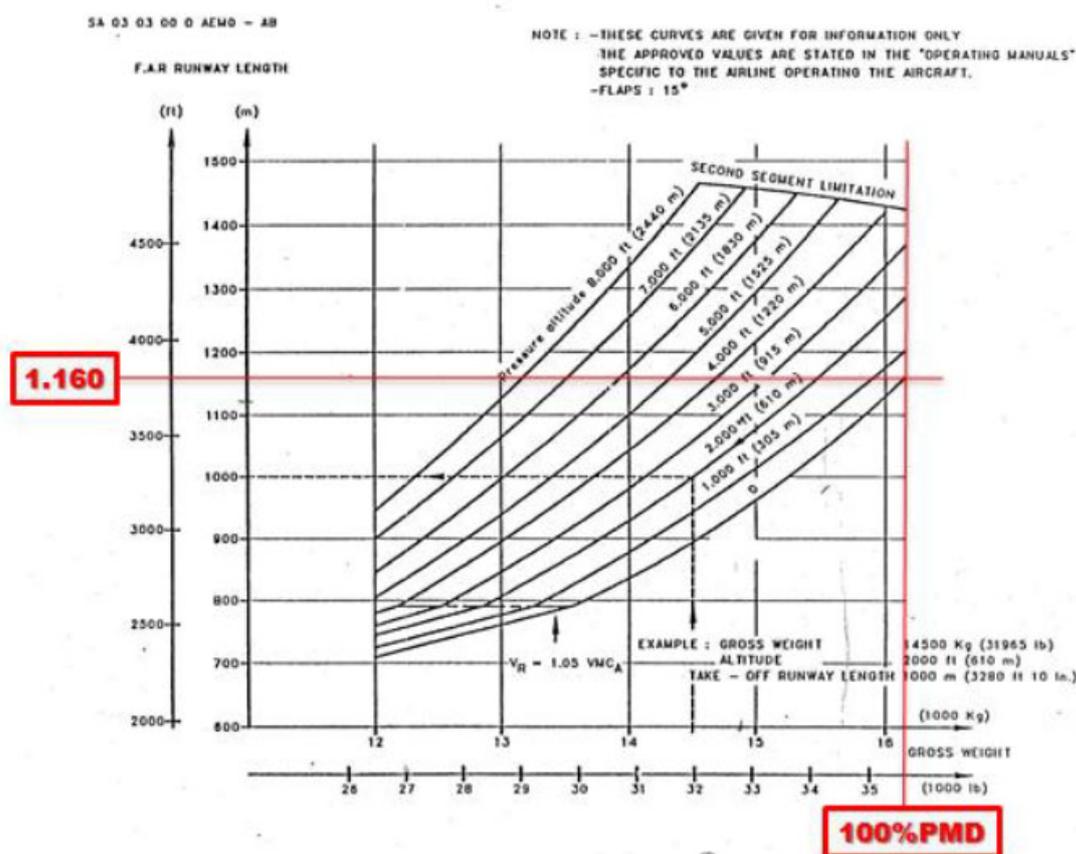
A pista de pouso e decolagem possui 1.050,00 m de comprimento e 28,00 m de largura, com PCN atual declarado pelo aeroporto de PIÇ5700Kg/0,50MPa e cabeceiras 17 e 35. A

Tabela 8 apresenta as coordenadas de referência das cabeceiras e a Tabela 9 e Tabela 10 apresentam as principais características geométricas do sistema.

Considerando o modelo escolhido, ATR-42 com 100% de PMD, o comprimento de pista requerido para o cenário selecionado é de 1.160 m sem correção por declividade.

Foi utilizado o ábaco do capítulo 3.3, página 3 (condições ISA + 20 °C) e na versão da aeronave ATR-42 (Modelos 200 e 300) com PMD = 16.150 kg, conforme apresentado no manual da aeronave de janeiro de 1990.

FIGURA 32 – ÁBACO UTILIZADO PARA O PRÉ-DIMENSIONAMENTO DA PISTA (FONTE ATR-42 AGOSTO 01/91)



12.6.1. FATORES DE CORREÇÃO (SEGUNDO ICAO)

O comprimento da pista é obtido através do ábaco, com o peso da aeronave e altitude do local obtém-se o tamanho básico da pista (PB). Se a altitude estiver entre duas curvas do ábaco, deve-se sempre utilizar a curva de baixo com os fatores de correção a seguir apresentados:

✓ **Correção para altitude (fa)**

Adoção de um fator de acréscimo do comprimento de pista de decolagem de 7% para cada 300 m de elevação.

$$fa = ((h - h_1)/300) \times 0,07 = ((242 - 0,00)/300 \times 0,07 = 1,05646$$

✓ **Correção para a temperatura (ft)**

Adoção de um fator de acréscimo do comprimento de pista de decolagem de 1% para cada grau centígrado que a temperatura de referência (TR) do local (35° C) do estudo excede a temperatura padrão do local (T).

$$ft = (TR - T) \times 0,01$$

$$T = 15^\circ \text{ C} - 0,0065 \times h$$

$$h = \text{altitude do local (m)} = 242,00 \text{ m}$$

$$T = 15 - 0,0065 \times 35 = 14,7725$$

$$ft = (35 - 14,7725) \times 0,01 = 0,0933$$

✓ **Correção para a declividade (fd)**

Adoção de um fator de acréscimo do comprimento de pista de decolagem, à razão de 10% para cada 1% de declive de pista.

d = declividade da pista

$$fd = (0.1 \times d)/0.01$$

O projeto geométrico das obras de Pavimentação do Aeródromo municipal de Novo Progresso objetivou a definição das características geométricas do aeroporto bem como a determinação do comprimento básico da pista conforme apresentado a seguir:

$$\text{CBP} = \text{CRP} \times ((\text{M}+1) \times (\text{N}+1) \times (\text{P}+1))$$

CBP = Comprimento Real da Pista de Pouso.

Onde:

$$CRP = 1.160,00 \text{ m}$$

$$CBP = CRP \times ((M+1) \times (N+1) \times (P+1))$$

$$CBP = 1.160 \times ((0,056467+1) \times (0,0933) \times (0,115 +1))$$

$$CBP = 1.273,00 \text{ m (1.300,00 m)}$$

O cenário escolhido requer menos pista do que a existente; portanto, propõe-se a pista mais longa possível (1.300,00 m) que inclua as RESAS e a faixa de pista dentro dos limites do aeroporto.

A largura da pista existente é de 28 m, não cumprindo assim a largura mínima requerida. É necessário ampliar a largura de pista para adaptar ao cenário escolhido.

Não se requer margens de pista para o código de referência 2C.

A pista não possui área de giro em nenhuma das cabeceiras. Propõe-se a construção de duas novas áreas de, uma em cada cabeceira.

De acordo com as recomendações do RBAC 154, devem ser implantadas RESAS de 90 x 60 m em ambas as cabeceiras.

TABELA 6 – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS REQUERIDAS

PISTA DE POUSO E DECOLAGEM				
PISTA	RUMO MAGNÉTICO	DIMENSÕES (M)	SUPERFÍCIE	RESISTÊNCIA (PCN)
17	N/A	1.300 x 30	CBUQ	
35	N/A	1.300 x 30	CBUQ	
ZONA LIVRE DE OBSTÁCULOS (CLEARWAY)			ZONA DE PARADA (STOPWAY)	
PISTA	RUMO MAGNÉTICO	DIMENSÕES (M)	SUPERFÍCIE	RESISTÊNCIA (PCN)
17	N/A	N/A	N/A	N/A
35	N/A	N/A	N/A	N/A

ZONAS DECLARADAS				
PISTA	TORA (M)	TODA (M)	ASDA (M)	LDA (M)
17	1.300	1.300	1.300	1.300
35	1.300	1.300	1.300	1.300

TABELA 7 – PISTA DE POUSO E DECOLAGEM – FAIXA DE PISTA, FAIXA PREPARADA E RESA REQUERIDA

FAIXA DE PISTA			
PISTA	DIMENSÕES (M)	SUPERFÍCIE	OBSERVAÇÃO
17/35	1.420 x 150	Leito Natural	N/A
FAIXA PREPARADA			
PISTA	DIMENSÕES (M)	SUPERFÍCIE	OBSERVAÇÃO
17/35	1.420 x 80	Solo compactado	N/A
ÁREA DE SEGURANÇA DE FIM DE PISTA (RESA)			
PISTA	DIMENSÕES (M)	SUPERFÍCIE	OBSERVAÇÃO
17	1.420 x 80	Solo compactado	N/A
35	1.420 x 80	Solo compactado	N/A

A faixa preparada apresenta uma declividade máxima de 3% e a faixa de pista 5% conforme Doc. 9157 – Manual de Aeródromos da ICAO.

13. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

13.1. CARACTERIZAÇÃO DO AEROPORTO

Os dados de caracterização básica do aeroporto extraídas da documentação do projeto estão listados na tabela a seguir:

TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

CARACTERÍSTICAS	SITUAÇÃO	OBSERVAÇÃO
Nome	Aeroporto de Novo Progresso	
Sigla ICAO	SJNP	Fonte ROTAER
Localização	Rodovia BR-163, sentido Norte, Lado Esquerdo	
Distância à sede municipal	12,00 km, sentido Sul, Lado Direito	
Coordenadas Geográficas	07°07'33" S / 055°24'03" W	Fonte ROTAER
Tipo de Aeroporto	Público	Fonte ROTAER
Altitude do Aeroporto	242 m	Estudo Topográfico
Temperatura de Referência	34,7° C	Fonte Prefeitura
Pressão Atmosférica	984,51hPa	Fonte Prefeitura
Pistas de Pouso e Decolagem	1.300 m x 30 m, CAB 17/35	Estudo Topográfico
PCN homologado	5700kg / 0,50MPa	Fonte ROTAER

13.2. CONCEPÇÃO DO PROJETO

O projeto de pavimentação será elaborado a partir da implantação geométrica das estruturas de pavimentos, a serem implantadas nas áreas da pista de pouso e decolagem, do pátio e da pista de rolamento.

O projeto irá considerar o mix de aeronaves (tipo de aeronave e frequência de operações) para o dimensionamento das estruturas e requisitos e recomendações dos regulamentos da ANAC e da ICAO descritos na referência.

Foram aplicados e utilizados os conceitos do método de dimensionamento de pavimentos da Federal Aviation Administration, descritos na Circular Consultiva AC 150-5320-6F, "Airport Pavement Design and Evaluation", de 11/10/2016, assim como se fez uso do programa FAARFIELD que faz parte do método.

13.3.VIDA ÚTIL DE PROJETO

O método da FAA recomenda que seja utilizado um período de 20 anos de operações de aeronaves para o dimensionamento dos pavimentos. O volume de operações considerado, portanto, neste projeto seguiu esta recomendação.

13.4.CARACTERIZAÇÃO DO TERRENO NATURAL

O solo de fundação do aeroporto existente na faixa de pista e no subleito dos pavimentos foi ensaiado ao longo da elaboração deste projeto.

Ao todo foram realizados 8 ensaios em amostras extraídas das áreas da pista de pouso e decolagem, da pista de taxi e do pátio de estacionamento de aeronaves. Os resultados dos ensaios estão apresentados nas tabelas a seguir.

TABELA 9 – RESUMO DOS ESTUDOS DO SUBLEITO

Data	Furo	Posição	Material	D. máx	U. ótima	C.B.R	EXP	n° 10	n° 40	n° 200	LL	IP	IG	HRB
10/04/22	01	LD	Argila Siltosa Marrom	1,395	28,1	22,9	0,16	99,0	87,7	82,1	72,7	28,9	20	A7-6
10/04/22	02	EX		1,446	28,8	37,7	0,14	96,2	84,2	77,8	61,2	24,3	18	A7-6
10/04/22	03	LE		1,377	30,3	25,0	0,13	97,2	82,6	76,5	62,1	24,7	18	A7-6
10/04/22	04	EX		1,393	30,0	26,6	0,18	98,0	85,0	76,0	66,7	26,5	19	A7-6
10/04/22	05	LD		1,400	29,1	27,2	0,16	98,7	83,4	75,4	63,4	25,7	20	A7-6
10/04/22	06	EX		1,376	31,2	24,2	0,21	97,4	80,7	74,6	64,8	25,1	19	A7-6
10/04/22	07	LE		1,383	30,6	25,3	0,14	96,3	81,9	76,3	65,0	26,6	19	A7-6
10/04/22	08	EX		1,404	29,0	23,6	0,19	97,0	85,2	75,0	66,5	27,3	20	A7-6

Os resultados dos estudos do subleito indicam que, apesar do $ISC \geq 20\%$ em todas as amostras ensaiadas, os materiais apresentam Limite de liquidez e índice de grupo fora das especificações para a utilização deste material como sub base, nem tão pouco base.

Os materiais de subleito deverão apresentar uma expansão medida no ensaio CBR, menor ou igual a 2,0%. Para o cálculo estatístico, considerando 75% de confiabilidade, o CBR do subleito foi calculado como 12,0 %.

Qualquer material a ser utilizado para reforço do subleito deverá apresentar CBR maior que o do subleito e expansão $\leq 1,0\%$.

Os materiais a serem utilizados nas sub bases deverão apresentar CBR $\geq 20\%$, expansão $\leq 1,0\%$; Limite de Liquidez (LL) igual ou inferior a 25%; Índice de Plasticidade (IP) igual ou inferior a 6% e se encaixarem nas faixas granulométricas E e F do quadro a seguir.

Os materiais a serem utilizados nas bases deverão apresentar CBR $\geq 60\%$, expansão $\leq 0,5\%$; Limite de Liquidez (LL) igual ou inferior a 25%; Índice de Plasticidade (IP) igual ou inferior a 6% e se encaixarem nas faixas granulométricas E e F do quadro a seguir.

TABELA 10 – GRANULOMETRIA PARA BASE GRANULAR

TIPOS	PARA N > 5 x 10 ⁶			PARA N < 5 x 10 ⁶			TOLERÂNCIAS DA FAIXA DE PROJETO
	A	B	C	D	E	F	
PENEIRAS	% EM PESO PASSANDO						
2"	100	100	-	-	-	-	± 7
1"	-	75 – 90	100	100	100	100	± 7
3/8"	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100	-	-	± 7
Nº 4	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85	55 – 100	10 – 100	± 5
Nº 10	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70	40 – 100	55 – 100	± 5
Nº 40	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45	20 – 50	30 – 70	± 2
Nº 200	2 – 8	5 – 15	5 – 15	10 – 25	6 – 20	8 – 25	± 2

13.5. MATERIAL PARA A SUB BASE E BASE

As camadas de sub base e base serão constituídas de solo laterítico, proveniente da jazida PIRAN.

Os materiais constituintes da sub-base devem apresentar CBR maior ou igual a 20% e expansão \leq a 1%. Exige-se um grau de compactação de 95% da energia de compactação, em conformidade com as especificações técnicas.

Os materiais constituintes da base devem apresentar CBR maior ou igual a 80% e expansão \leq a 0,5%. Exige-se um grau de compactação de 100% da energia de compactação, em conformidade com as especificações técnicas anexas a este relatório. Verifica-se pelas informações das tabelas seguintes que será necessário adicionar material inerte, cimento, ao material da jazida PIRAN para a confecção da camada de base. Os resultados dos ensaios na compactação de Proctor Intermediário foram menores do que 80%.

TABELA 11 – CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS ESTUDADAS (1)

Data	Jazida	Material	D. máx	U. ótima	C.B.R	EXP	n° 10	n° 40	n° 200	LL	IP	IG	HRB
10/04/22	Piran	Cascalho Siltoso Branco	1,856	13,3	75,6	0,18	35,7	31,0	27,1	0,0	0,0	0	A2-4
10/04/22	Canta Galo	Cascalho Argiloso Marrom	1,677	19,2	32,4	0,20	38,2	35,1	33,1	32,8	13,0	1	A2-6
10/04/22	Mussarelo	Cascalho Siltoso Branco	1,860	13,5	53,9	0,19	44,0	32,3	9,4	0,0	0,0	0	A1-b

TABELA 12 – CARACTERIZAÇÃO DAS JAZIDAS ESTUDADAS (2)

Data	Jazida	Material	Status	C.B.R	EXP	LL	IP	IG
10/04/22	Piran	Cascalho Siltoso Branco	Reprovado	x	✓	✓	✓	✓
10/04/22	Canta Galo	Cascalho Argiloso Marrom	Reprovado	x	✓	x	x	x
10/04/22	Mussarelo	Cascalho Siltoso Branco	Reprovado	x	✓	✓	✓	✓

Para a camada de base está sendo dimensionada uma estrutura com material de jazida, adição de 2% de cimento e 20% de brita.

A adição de cimento se faz necessária para se melhorar o Índice de Suporte Califórnia – ISC; já a adição de brita, para corrigir a curva granulométrica do material estudado na jazida PIRAN. A execução de uma camada de base com adição de 2% de cimento e 20% de brita é mais vantajosa à Administração do que a execução de uma camada em Brita Graduada Simples – BGS ou uma camada de Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC.

Como camada anti reflexão de trincas, visto a utilização de cimento Portland 2% no material da jazida PIRAN para se conseguir $CBR \geq 80$, será executada um Tratamento Superficial Duplo – TSD na Pista de Pouso e Decolagem, taxi way e pátio de aeronaves. Após o TSD, o revestimento de rolamento será executado em camada única em concreto asfáltico com CAP 50/70.

13.6.MATERIAL PARA O REVESTIMENTO ASFÁLTICO

Como camada anti reflexão de trincas, visto a utilização de cimento Portlando 2% no material da jazida PIRAN para se conseguir $CBR \geq 80$, será executada um Tratamento Superficial Duplo – TSD na Pista de Pouso e Decolagem, táxy way e pátio de aeronaves. Após o TSD, o revestimento de rolamento será executado em camada única em concreto asfáltico com CAP 50/70.

Recomenda-se especial atenção na execução da camada superficial de rolamento da pista de pouso e decolagem, a qual deve ser executada em estrita observação às recomendações das características de irregularidades e de atrito constantes do RBAC-153 da ANAC e IS 153.205-001B de 23/09/2020. Na execução da camada final de rolamento, estas características devem ser verificadas por meio de realização de ensaios de mancha de areia, deflectômetro laser e grip-tester e os resultados deverão atender os seguintes requisitos:

TABELA 13 – COMISSONAMENTO DA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

Ensaio	Valor de referência
Irregularidade longitudinal	2,5m/km reportado a cada 200 m
Atrito	0,53 (grip-tester)
Macrotextura	>0,60

13.7.MEMORIAL DE CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO

O Memorial de Cálculo e dimensionamento tem como objetivo descrever a metodologia adotada e os resultados dos dimensionamentos das estruturas dos pavimentos a serem implantados na ampliação do Aeródromo de Novo Progresso.

13.7.1. MOVIMENTO DE AERONAVES

O mix de aeronaves foi adotado considerando pelo menos 1200 operações da aeronave de projeto de código 2C, o ATR 42. As aeronaves da aviação geral foram divididas em três grupos representados pelas aeronaves Phenom 300; King Air 350; e Caravan C-208, com cada grupo operando também 1200 operações anuais.

Adicionalmente, e tendo em foco a projeção futura de movimentação de aeronaves, foi

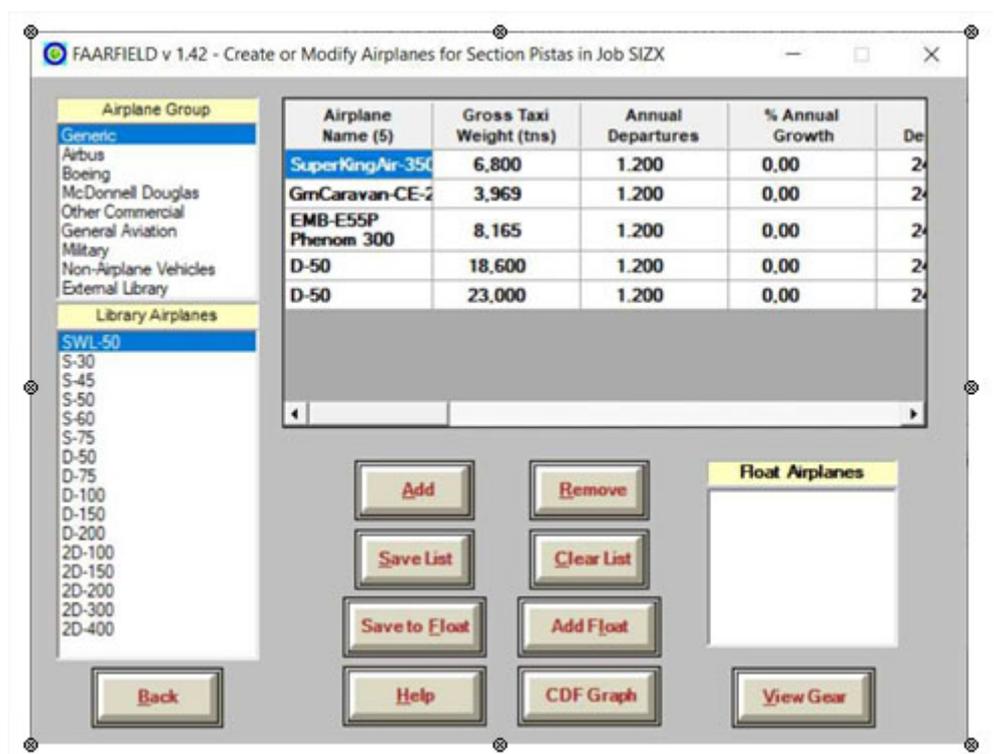
inserida a aeronave ATR 72-600, já prevendo que a estrutura venha a servir a aeronave que está em operação no Brasil na aviação regional. Foi considerada uma frequência de 1200 operações anuais. A lista de aeronaves consideradas no projeto está apresentada na tabela abaixo:

TABELA 14 – RELAÇÃO DE AERONAVES PROJETADAS

Aeronave	Peso de decolagem (kg)	Decolagens Anuais
ATR 72-600 (D-50)	23.000	1200
ATR 42-600 (D-50)	18.600	1200
Phenom 300	8.165	1200
King Air 350	6.800	1200
Caravan C-208	3.969	1200

O mix foi lançado no programa FAARFIELD cuja tela é apresentada a seguir.

FIGURA 33 – CARACTERÍSTICAS DA AERONAVE DE PROJETO (ATR 42-300)



Tendo em vista aspectos logísticos, o pavimento será construído em uma única fase. Nesta, as camadas de base e de sub-base serão preparadas para o mix de aeronaves futuro

previsto na tabela anterior, bem como o revestimento será realizado em tratamento superficial duplo (camada anti reflexão de trincas) mais duas camadas de concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ (Faixa C – 5,0 cm).

13.7.2. PROGRAMA DE COMPUTADOR UTILIZADO

Nome do programa: FAARFIELD Versão 1.42: Federal Aviation Administration - FAA

13.7.3. RESISTÊNCIA DO SUBLEITO

O valor característico para o CBR do subleito foi definido anteriormente e considera um nível de confiabilidade de 75%, conforme recomendados no item 2.1.3.2 da Circular AC 150-5320-6F Airport Pavement Design and Evaluation.

Conforme apresentado, o valor característico do CBR do subleito a ser utilizado será de 12%.

13.7.4. REFORÇO E DIMENSIONAMENTO PARA O SUPORTE DA ÁREA PAVIMENTADA

Em função da qualidade do solo de fundação, não há necessidade de se realizar reforço do subleito.

Será necessário apenas realizar os serviços de regularização do subleito nas áreas de corte a serem pavimentadas, na espessura de 40 cm.

Nas áreas de aterro, os requisitos serão contemplados com os critérios de compactação exigidos na especificação.

13.7.5. DIMENSIONAMENTO DAS ESTRUTURAS DO PAVIMENTO

Considerando o mix de aeronaves e a capacidade de suporte do subleito recomendado pela AC 150- 5320-6F, foi realizado o dimensionamento dos pavimentos para as pistas novas com a utilização do programa FAARFIELD da FAA.

A análise e dimensionamento dos pavimentos foi realizada seguindo as recomendações descritas na metodologia da “Advisory Circular nº150/5320-6F” da “Federal Aviation

Administration – FAA”, agência norte-americana de aviação. °

O modelo utiliza informações sobre a resistência do subleito e das camadas do pavimento, assim como peso e configuração do trem de pouso das aeronaves individualmente.

São utilizadas as teorias de camadas elásticas e de elementos finitos tridimensionais para o cálculo do estado de tensões e deformações nas estruturas de pavimentos flexíveis e rígidos, respectivamente.

O critério de dimensionamento chama-se “Cumulative Damage Factor” (CDF), ou Fator de Dano Acumulado, para apresentar a performance de determinado pavimento.

O CDF é determinado pela razão entre o fator de repetição de cargas aplicadas e o máximo de carga suportável pelo pavimento conforme o modelo de fadiga interno utilizado pelo programa.

Estes modelos de fadiga são baseados em testes de larga escala conduzidos pela FAA em suas pistas de testes.

O pavimento é considerado dimensionado quando o valor de CDF for igual ou menor do que 1. Para as camadas de pavimento serão utilizados os seguintes materiais:

Camada de sub-base: solo laterítico proveniente da jazida PIRAN, atendendo aos itens P-154 e P-209 do método de dimensionamento da FAA, executada em uma camada;

Camada de base: solo laterítico proveniente da jazida PIRAN, com adição de 2% de cimento e 20% de brita, em peso, atendendo aos itens P-154 e P-209 do método de dimensionamento da FAA, executada em uma camada;

Camada anti reflexão de trincas: Tratamento Superficial Duplo – TSD na largura e no comprimento total da PPD, taxi way e pátio de aeronaves; camada sem função estrutural;

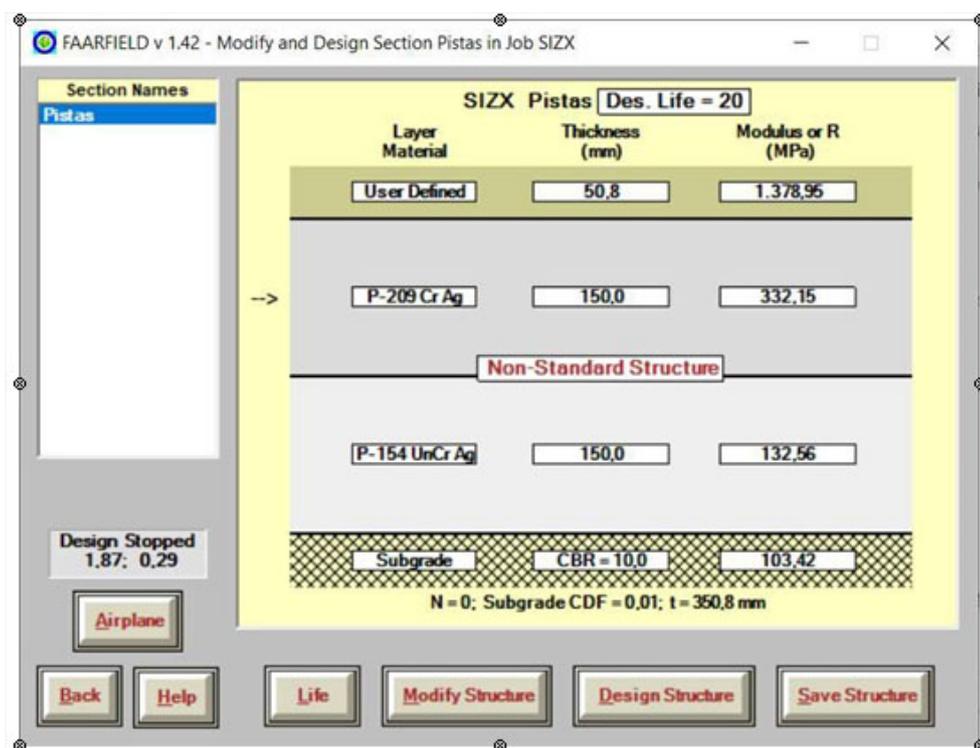
Camada Asfáltica: Concreto Betuminoso Usinado à Quente com CAP 50/70, executado na faixa 2 para a camada de binder e na faixa 3 para a Camada de Rolamento,

conforme especificações.

A camada de revestimento foi indicada no programa como definida pelo usuário para aplicar a espessura de 5,0 cm (faixa C), tendo em vista que o projeto é para aeronaves de médio porte.

A seguir estão apresentados as telas e o relatório do dimensionamento realizado com o programa FAARFIELD.

FIGURA 34 – RELATÓRIO DE DIMENSIONAMENTO (FAA)



A estrutura com 15,0 cm de base foi suficiente para atender o tráfego previsto.

No entanto, tendo em vista uma futura ampliação do aeroporto para receber jatos de maior porte, foi recomendado colocar uma camada de base com 20,0 cm de espessura.

FIGURA 35 – RELATÓRIO DE DIMENSIONAMENTO (FAA) (2)

Pavement Structure Information by Layer, Top First

No.	Type	Thickness mm	Modulus MPa	Poisson's Ratio	Strength R,MPa
1	User Defined	50,8	1.378,95	0,35	0,00
2	P-209 Cr Ag	150,0	332,15	0,35	0,00
3	P-154 UnCr Ag	150,0	132,56	0,35	0,00
4	Subgrade	0,0	103,42	0,35	0,00

Total thickness to the top of the subgrade = 350,8 mm

Airplane Information

No.	Name	Gross Wt. tonnes	Annual Departures	% Annual Growth
1	SuperKingAir-350	6,800	1,200	0,00
2	GmCaravan-CE-208B	3,969	1,200	0,00
3	EMB-E55P Phenom 300	8,165	1,200	0,00
4	D-50	18,600	1,200	0,00
5	D-50	23,000	1,200	0,00

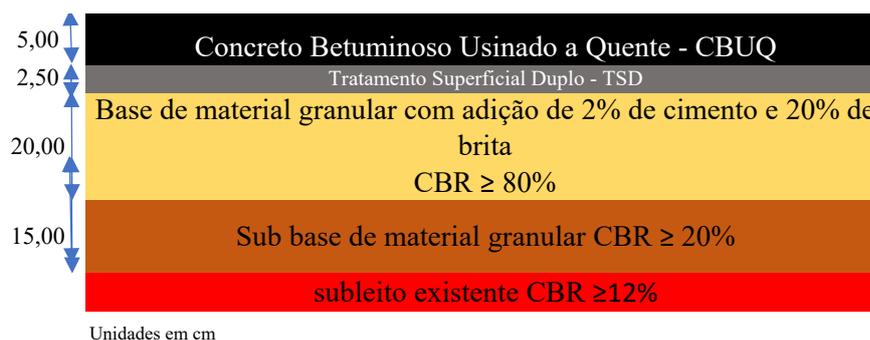
Additional Airplane Information

Subgrade CDF

No.	Name	CDF Contribution	CDF Max for Airplane	P/C Ratio
1	SuperKingAir-350	0,00	0,00	2,58
2	GmCaravan-CE-208B	0,00	0,00	3,81
3	EMB-E55P Phenom 300	0,00	0,00	3,76
4	D-50	0,00	0,00	1,87
5	D-50	0,01	0,01	1,87

A estrutura final proposta para o pavimento da pista de pouso e decolagem, da pista de táxi e do pátio de aeronaves é:

FIGURA 36 – ESTRUTURA DO PAVIMENTO DIMENSIONADO



Esta seção deve ser implantada em todas as seções críticas do pavimento, quais sejam:

- I. Pista de Pouso e Decolagem;
- II. Áreas de giro;
- III. Pistas de acesso ao estacionamento de aeronaves (pistas de táxi);
- IV. Área do pátio de estacionamento de aeronaves.

14. DETERMINAÇÃO DO PCN

O sistema ACN / PCN de classificação de pavimentos de aeroportos é definido pela Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO) como o único método aprovado para reportar a resistência de pavimentos em aeroportos. Esse sistema é regulado no Brasil pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, por meio da Instrução Suplementar IS 153.103-001 Revisão A.

O número de classificação da aeronave – ACN é representado por um número inteiro que expressa o efeito da ação de uma passagem de uma aeronave individual sobre diferentes pavimentos, e que varia de acordo com o peso e configuração da aeronave, tipo de pavimento e resistência do subleito.

O número de classificação do pavimento - PCN é, também, representado por um número inteiro que expressa a capacidade de carga de um pavimento, para um número irrestrito de operações, sem precisar especificar uma aeronave em particular ou detalhar a estrutura do pavimento.

O sistema ACN-PCN concentra-se na classificação do dano relativo das aeronaves, estruturado de forma que um pavimento tenha capacidade de suportar, sem restrições, uma aeronave que possua um ACN menor ou igual ao seu valor de PCN.

É importante ressaltar que o sistema ACN-PCN não é um método de projeto ou avaliação, mas puramente um sistema de classificação e é aplicável apenas em pavimentos destinados a pouso e decolagem de aeronaves de mais de 5.700 kg.

A ANAC exige dos administradores de aeroportos a avaliação da resistência dos pavimentos aeroportuários usando o sistema ACN-PCN da ICAO, que é publicada no ROTAER para informação a todos os operadores aéreos. A ANAC prevê que cada autoridade de pavimentação calcule um PCN para indicar o nível de suporte de um pavimento particular, de modo que todas as aeronaves com um ACN publicado igual ou inferior ao PCN informado possam usar esse pavimento com segurança, sem danos à estrutura.

Para tanto, este item do **VOLUME 1** tem como objetivo efetuar os cálculos de PCN de pavimentos aeroportuários de forma a atender a IS 153.103-001A e em conformidade com as orientações descritas no Manual de cálculo de PCN de pavimentos aeroportuários

usando o COMFAA 3.0 publicado em junho de 2020 pela ANAC.

Dentro do Sistema ACN-PCN, o número de classificação do Pavimento, PCN, é apresentado por meio de um código que utiliza, nesta ordem, os seguintes elementos:

- I. valor numérico do PCN;
- II. tipo de pavimento;
- III. resistência do subleito;
- IV. pressão de pneus; e
- V. método de determinação.

14.1.SEÇÕES DOS PAVIMENTOS AVALIADAS

A resistência de uma seção de pavimento irá variar dependendo da combinação de condições de carga de aeronaves, frequência de operação e condições da estrutura do pavimento. O método de avaliação técnica tenta abordar estas e outras variáveis específicas do local para determinar de forma razoável a resistência da estrutura do pavimento. Nesse contexto, foi escolhido o método de determinação por avaliação técnica. Este método consiste na determinação do valor numérico do PCN a partir da obtenção da carga bruta admissível que o pavimento pode suportar, pois permite considerar fatores como frequência de operações e níveis de tensão admissíveis, obtendo-se a carga bruta da aeronave pelo processo inverso do dimensionamento.

A metodologia escolhida para a execução do cálculo do PCN é a que faz uso dos ensaios destrutivos, realizados por laboratório de geotécnica, que identificaram o perfil das seções dos pavimentos e a capacidade de suporte dos materiais que compõem as camadas e o subleito do terreno, e cujos resultados serão tratados a seguir.

Neste método, é necessária a avaliação do tráfego equivalente no aeródromo, considerando o efeito do tráfego de todas as aeronaves. Uma vez obtida a carga admissível, a determinação do valor do PCN torna-se um processo de obtenção do ACN da aeronave que representa a carga admissível, tomando-se esse valor como o PCN do pavimento. Além das informações do tráfego, é imprescindível o conhecimento da estrutura do pavimento em termos de materiais, espessuras e capacidade de suporte de cada camada da

estrutura. Esse conhecimento só é possível a partir da realização de ensaios geotécnicos que já foram detalhados anteriormente neste relatório.

14.2.PROGRAMA DE COMPUTADOR UTILIZADO

Nome do programa: COMFAA Versão 3.0: Federal Aviation Administration - FAA

14.3.SEÇÕES DOS PAVIMENTOS AVALIADAS

As seções dos pavimentos que foram avaliadas para a determinação do PCN estão identificadas e listadas na tabela a seguir:

TABELA 15 – ESTRUTURAS DOS PAVIMENTOS AVALIADOS

Item	Seção	Local
1	Pavimento novo (fase inicial)	Pista de Pouso e Decolagem; pista de táxi; e pátio de aeronaves

14.4.MIX DE AERONAVES

O mix de aeronaves considerado foi o mesmo apresentado no capítulo anterior e aqui reproduzido.

TABELA 16 – MIX DE AERONAVES

Aeronave	Peso de decolagem (kg)	Decolagens Anuais
ATR 42-600 (D-50)	18.600	1200
King Air 350	6.800	1200
Caravan C-208	3.969	1200

14.5.CÓDIGO PARA O TIPO DE PAVIMENTO - PCN

O sistema ACN-PCN define que para os pavimentos ditos rígidos ou com revestimento em concreto cimento simples a letra a ser aplicada no PCN é “R” e para os pavimentos asfálticos a letra é “F”.

A pista de pouso e decolagem principal do Aeródromo de Novo Progresso foi projetada em concreto asfáltico, o que classifica o pavimento com a letra “F”.

TABELA 17 – CÓDIGOS PARA O TIPO DE PAVIMENTO DAS ESTRUTURAS EM ANÁLISE

Item	Seção	Local	Tipo de Pavimento
1	Pavimento novo (fase inicial)	Pista de Pouso e Decolagem; pista de táxi; e patio de aeronaves	F

14.6. CÓDIGO PARA A RESISTÊNCIA DO SUBLEITO - PCN

A análise dos resultados dos ensaios descrita neste relatório, admitindo-se um intervalo de confiança de 75% na estimativa da média da população (CBR do subleito), permitiu identificar o seguinte valor para o CBR característico para o cálculo do PCN: 12%.

A tabela a seguir apresenta a variação dos códigos do tipo de subleito em relação à capacidade de suporte.

TABELA 18 – CÓDIGOS DE CATEGORIA DO SUBLEITO DO SISTEMA PCN

Categoria do Subleito	Resistência do Subleito		Resistência Normalizada		Código
	Flexível (%)	Rígido (MN/m ³)	Flexível (%)	Rígido (MN/m ³)	
Alta	CBR ≥ 13	k ≥ 120	15	150	A
Média	8 < CBR < 13	60 < k < 120	10	80	B
Baixa	4 < CBR ≤ 8	25 < k ≤ 60	6	40	C
Ultrabaixa	CBR ≤ 4	k ≤ 25	3	20	D

Para essas resistências, o subleito dos pavimentos asfálticos possui características de resistência Média, cuja letra código é “B”.

A tabela a seguir apresenta o código para a resistência do subleito das estruturas em estudo do Aeródromo de Novo Progresso.

TABELA 19 – CÓDIGOS PARA A RESISTÊNCIA DO SUBLEITO DAS ESTRUTURAS EM ANÁLISE

Item	Seção	Local	Código do Subleito
2	Pavimento novo (fase inicial)	Pista de Pouso e Decolagem; pista de táxi; e patio de aeronaves	B

14.7. CÓDIGO PARA A PRESSÃO DE PNEUS ADMISSÍVEL - PCN

Segundo a ANAC, a tabela abaixo apresenta os códigos do sistema PCN relativos à capacidade do pavimento para suportar as pressões de pneus das aeronaves.

TABELA 20 – CÓDIGOS DE PRESSÃO DE PNEUS DO SISTEMA PCN

Categoria	Código	Pressão máxima permitida nos pneus (MPa)
Ilimitada	W	Sem limite de pressão
Alta	X	Pressão limitada a 1,75 MPa
Média	Y	Pressão limitada a 1,25 MPa
Baixa	Z	Pressão limitada a 0,50 MPa

Segundo a recomendação da AC 150-5335-5C, receberá o código “Y” referente à capacidade para suportar um nível de pressão de pneus até 1,25 MPa.

TABELA 21 – CÓDIGOS DE PRESSÃO DE PNEUS DAS ESTRUTURAS EM ANÁLISE

Item	Seção	Local	Pressão de Pneus
3	Pavimento novo (fase inicial)	Pista de Pouso e Decolagem; pista de táxi; e patio de aeronaves	Y

14.8. MÉTODO DE AVALIAÇÃO

O método de avaliação para a determinação do PCN foi baseado em dados obtidos de sondagens, ensaios dos solos em laboratório e utilizando a metodologia descrita na IS 153.103-001 revisão A e, ainda, com a utilização do programa COMFAA descrito na AC 150-5335-5C.

Portanto, por ter sido obtido por avaliação técnica a letra código a ser aplicada no sistema PCN dos pavimentos do Aeródromo de Novo Progresso para o método de avaliação será “T”.

TABELA 22 – CÓDIGOS PARA OS PAVIMENTOS DO AERÓDROMO DE NOVO PROGRESSO

Item	Seção	Local	Pressão de Pneus
4	Pavimento novo (fase inicial)	Pista de Pouso e Decolagem; pista de táxi; e patio de aeronaves	T

14.9. VALOR NUMÉRICO DO PCN

O valor numérico PCN é determinado a partir dos dados do mix de aeronaves, frequência de operações, estrutura conhecida do pavimento, sua estrutura equivalente e a resistência do subleito em termos de CBR.

De posse destes valores é possível se determinar o PCN fazendo uso do programa COMFAA descrito na AC 150-5335-5C, o qual calcula os esforços do trem de pouso sob a estrutura do pavimento e, por meio de modelos de desempenho, define o valor do PCN para cada classe de subleito.

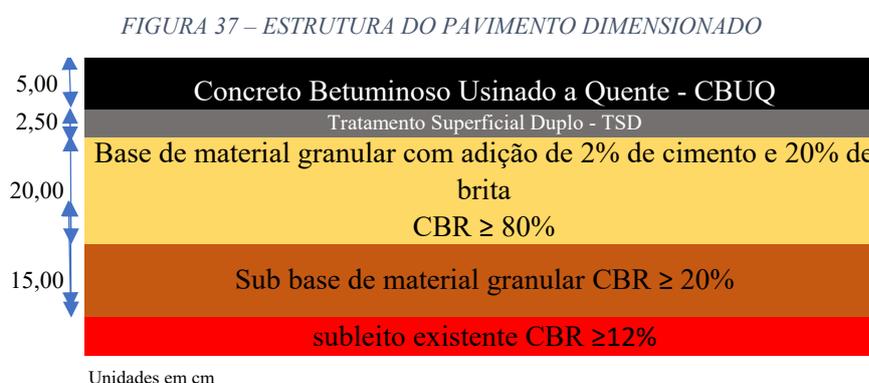
14.9.1. RELAÇÃO PASSAGEM/CICLO DE TRÁFEGO P/TC

Para a determinação do Fator P/TC, foi avaliada a situação de taxiway de acesso à pista de pouso e decolagem no Aeródromo de Novo Progresso como central e com abastecimento das aeronaves no pátio. Neste sentido, considera-se duas passagens da aeronave, o que resulta no fator 2.

O mesmo valor foi aplicado para a pista de taxi e para o pátio tendo em vista a geometria do sistema de pistas e pátio.

14.9.2. SEÇÃO PAVIMENTO NOVO

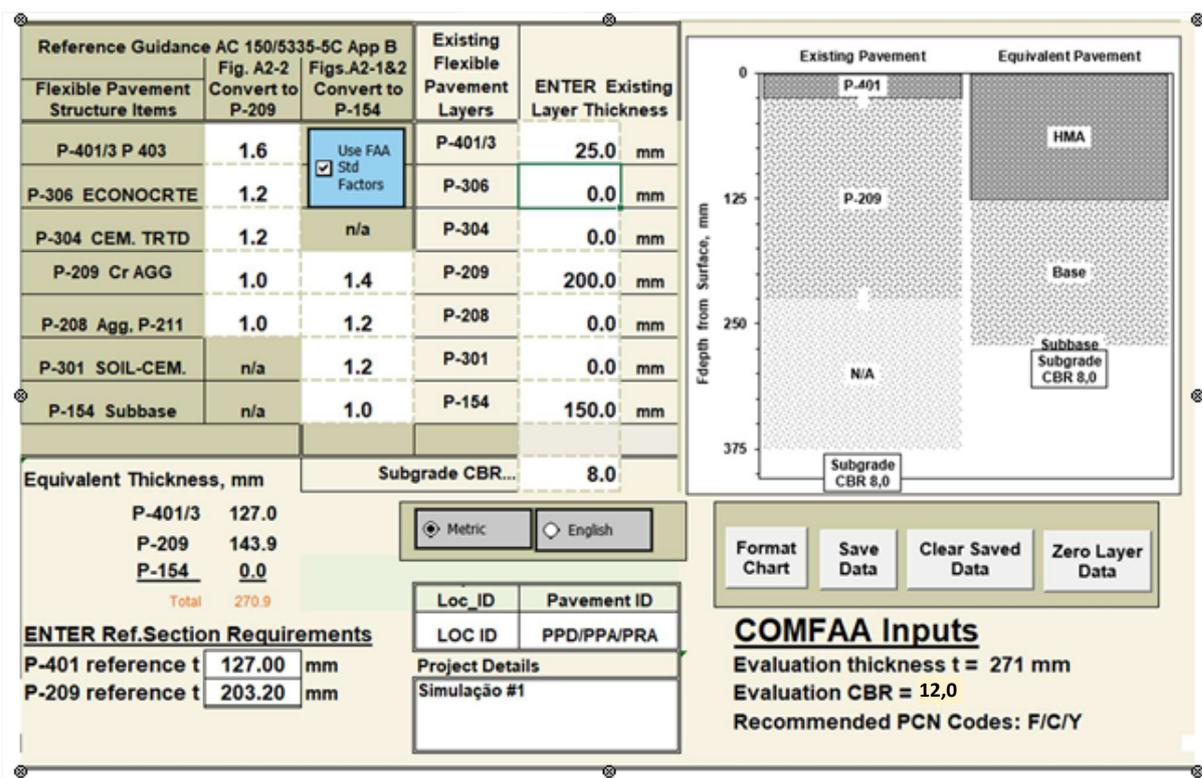
O pavimento novo da pista de pouso e decolagem, pista de taxi e do pátio de aeronaves foi dimensionado com base no método da FAA e uso do programa FAARFIELD cuja estrutura final resultante é a apresentada a seguir.



Para a determinação do valor do PCN, a estrutura de pavimento novo projetada deve

ser transformada em uma estrutura padrão equivalente. Utilizando a planilha de apoio do programa COMFAA, e utilizando os fatores de equivalência estrutural previstos para pavimentos asfálticos na AC 150 5335, a estrutura projetada foi transformada na seguinte estrutura.

FIGURA 38 – PAVIMENTO PROJETADO E EQUIVALENTE



Pela conversão, a espessura equivalente calculada a partir do pavimento existente, com 37,5 cm, e dos fatores de conversão, é de 27,1 cm.

Com base nos dados descritos anteriormente e utilizando o programa COMFAA, calcula-se o valor numérico do PCN. Os resultados do cálculo seguem no relatório do programa a seguir apresentado.

O valor do CDF na primeira simulação, com os dados descritos anteriormente, e sem nenhum ajuste do fator P/TC, ou ajuste de tráfego, ficou em 0,4161, dentro da faixa de valores esperada para o cálculo, ou seja, entre 0,15 e 1,0.

O valor numérico calculado pelo programa COMFAA para a seção do pavimento novo na sua fase inicial, com revestimento em concreto betuminoso usinado a quente, foi igual

a 22.

FIGURA 39 – RESULTADO DO PROGRAMA COMFAA PARA A ESTRUTURA DO PAVIMENTO

This file name = PCN Results Flexible 06-04-2022\18;57;39.txt
 Library file name = C:\Program Files (x86)\FAA\COMFAA 30\COMFAAaircraft.ExtUnits = Metric

Evaluation pavement type is flexible and design procedure is CBR. Alpha Values are those approved by the ICAO in 2007.

CBR = 12.00 (Subgrade Category is B(12)) Evaluation

pavement thickness = 271.0 mm
 Pass to Traffic Cycle (PTC) Ratio = 2.00 Maximum
 number of wheels per gear = 2
 Maximum number of gears per aircraft = 2

No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming 76 mm of HMA and 152 mm of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt.	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	6D Thick
1	ATR 42-600	18.144	95.00	621	300	2,787	251.0
2	SuperKingAir-350	6.849	95.00	634	1,200	6,873	155.2
3	GrnCaravan-CE-208B	3.969	95.00	517	1,200	4,170	136.2

Results Table 2. PCN Values

No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	CDF	PCN on B(10)
1	ATR 42-600	2,787	251.0	20,208	297.77	0.4161	11.8
2	SuperKingAir-350	>2,000,000	266.4	7,057	161.77	0.0000	5.5
3	GrnCaravan-CE-208B	>5,000,000	269.8	4,006	145.96	0.0000	2.8
Total CDF = 0.4161							

Results Table 3. Flexible ACN at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN Thick	ACN on B(12)
1	ATR 42-600	18.144	95.00	621	278.2	10.3
2	SuperKingAir-350	6.849	95.00	634	159.2	3.4
3	GrnCaravan-CE-208B	3.969	95.00	517	145.3	2.8

14.10. VALOR FINAL DO PCN

O valor numérico PCN é determinado a partir dos dados do mix de aeronaves, frequência de operações, estrutura conhecida do pavimento, sua estrutura equivalente e a resistência do subleito em termos de CBR.

Por fim, a notificação do PCN para o Aeródromo de Novo Progresso, da estrutura de pavimento novo da pista de pouso e decolagem, da pista de taxi e do pátio de aeronaves, para fins de cadastro junto à ANAC, é:

Item	Seção	Local	PCN
1	Pavimento novo (fase inicial)	Pista de Pouso e Decolagem; pista de táxi; e pátio de aeronaves	22/F/B/Y/T

Os cálculos aqui apresentados, bem como as conclusões obtidas são válidas desde que os dados geotécnicos apresentados nos relatórios dos ensaios estejam corretos e reflitam exatamente o que será construído no sistema de pistas e pátios do Aeródromo de Novo Progresso.

15. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

15.1.REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

O serviço consiste no preparo e regularização do subleito destinado a conformar o leito para receber o pavimento, seguindo as larguras e cotas definidas no plano cotado.

Fazem parte do serviço a escarificação do subleito em toda a largura e extensão das áreas de corte a serem pavimentadas, em uma profundidade de 20,0 centímetros; aeração, gradeamento, umedecimento e homogeneização do solo escarificado; acabamento preliminar da plataforma; compactação do solo na umidade ótima; e acabamento da plataforma.

Materiais

A regularização do subleito deve ser executada com materiais oriundos do próprio subleito. No caso de substituição ou adição de materiais, estes devem:

- I. Ser constituídos de partículas de diâmetro máximo não superior a 76 mm ;
- II. Apresentar características iguais ou superiores às do material de subleito; e
- III. Apresentar expansão determinada segundo o método **DIRENG-ME 01-87**, inferior a 2%.

Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização:

- I. Motoniveladoras com escarificador;
- II. Carro-tanque distribuidor de água;
- III. Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- IV. Grade de discos.
- V. Outros equipamentos, a juízo da Fiscalização.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de

material empregado.

Execução

Na execução dos serviços deverão ser observadas as recomendações contidas nas Especificações do **DNIT ES 137/2010**.

A compactação deverá assegurar, após realização do ensaio **DNER - ME 49/94**, um grau de compactação de 95%, considerando-se a energia do Proctor Modificado. O teor de umidade no momento da compactação deverá ser a umidade ótima, admitindo-se variação de 2% para mais ou para menos. °

Após a execução de cortes, ou a adição de material necessário para atingir o greide de projeto, deve se proceder a uma escarificação geral até a profundidade de 20cm, seguida de pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento.

As adições de material de espessura superior a 20 cm, devem ser executadas de acordo com as especificações de terraplenagem.

A regularização do subleito deve ser feita até 0,5m além das bordas da área a ser pavimentada.

O grau de compactação deve ser 95% em relação à massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio de compactação (**NBR 7182**), com a energia modificada, e o teor de umidade de compactação deve se situar em faixa, previamente determinada em laboratório, contida no intervalo estabelecido pela umidade ótima, do ensaio citado, $\pm 2\%$.

Quando o subleito for arenoso - com menos de 5% passando na peneira nº200 - a Compactação deve ser realizada com o material saturado e o controle da compactação executado pela avaliação da compacidade. Para tanto, devem ser determinadas em laboratório as densidades aparentes, máxima e mínima, da areia através da média de, pelo menos, quatro ensaios. O grau de compacidade a ser obtido deve ser de 100% da densidade aparente máxima.

Controle

Devem ser procedidos:

- I. Uma determinação da massa específica aparente, in situ , após compactação, pelo método **DNER-ME 92/64**, a cada 500 m² de área ,no máximo , nos pontos onde forem coletadas as amostras para os ensaios de compactação;
- II. Uma determinação, pelo método **DNER-ME 52/64** ou **DNER-ME 88/64**, do teor de umidade, utilizando, pelo menos, 3 amostras coletadas a cada 500 m² de área, imediatamente antes da compactação;
- III. Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulometria, respectivamente segundo os métodos **NBR 6459**, **NBR 7180** e **DNER-ME 80-64**, pelo menos a cada 1000m² de área ou, no mínimo, dois grupos de ensaio por dia;
- IV. Um ensaio do Índice de Suporte Califórnia segundo o método **DIRENG-ME 01-87**, pelo menos a cada 2000 m²de área ou no mínimo, um ensaio a cada 2 dias; e
- V. Um ensaio de compactação (**NBR 7182**), com a energia modificada, para determinação da massa específica aparente seca, máxima, pelo menos, a cada 500 m² de área. O número de ensaios de compactação pode ser reduzido, a critério da Fiscalização, desde que se verifique a homogeneidade do material.

Após a execução da regularização, devem ser procedidas a relocação e o nivelamento do eixo, e de alinhamentos paralelos, distantes entre si de 3,5 m, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- I. + 0,10 m, quanto à largura, não se tolerando falta; e
- II. ± 0,02 m, em relação às cotas do projeto.

Aceitação

Os trechos de subleito regularizado somente poderão receber camadas de pavimento

após terem sido recebidos e liberados pela Fiscalização. Para serem considerados recebidos e liberados, os trechos deverão apresentar as seguintes características:

Os valores das determinações de massa específica aparente “in-situ” deverão ser superiores à 95% da massa específica aparente seca máxima, obtida no ensaio de compactação com energia Proctor Modificado, para subleitos coesivos ($IP > 6\%$);

- I. Os valores das determinações do Índice de Suporte Califórnia deverão ser superiores ao indicado em projeto,
- II. O teor de umidade deverá ser o ótimo, do ensaio citado, com tolerância de $\pm 2\%$.
- III. Dependendo da natureza do subleito, o teor de umidade poderá ser alterado, com finalidade de se evitar trincamento. A alteração deverá ser aprovada pela Fiscalização;
- IV. O nivelamento dos pontos da superfície do subleito regularizado deverá estar em conformidade com as cotas definidas em projeto. É tolerado que ocorram desvios pontuais de até 2,0cm;
- V. A largura da faixa do subleito regularizado deverá estar em conformidade com a largura definida em projeto, não sendo tolerada largura inferior a de projeto.

Medição e pagamento

No preço unitário deverão estar incluídos a escarificação, o umedecimento ou aeração, a homogeneização, a compactação, além de todos os equipamentos, materiais (incluindo uma eventual adição de solo que se faça necessário) e os custos diretos e indiretos destinados à execução do serviço.

A regularização do subleito deve ser medida em metros quadrados medidos topograficamente, considerando a área efetivamente executada.

15.2.SUB BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE

A sub base é a Camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado.

A estabilização granulométrica consiste no processo de melhoria da capacidade resistente de materiais “in natura” ou mistura de materiais, mediante emprego de energia de compactação adequada, de forma a se obter um produto final com propriedades adequadas de estabilidade e durabilidade.

Materiais

- I. Os materiais constituintes são solos, mistura de solos, mistura de solos e materiais britados.
- II. Quando submetidos aos ensaios de caracterização DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94, os materiais devem apresentar as seguintes características:
- III. Índice de Grupo - IG igual a zero;
- IV. A fração retida na peneira nº 10 no ensaio de granulometria deve ser constituída de partículas duras, isentas de fragmentos moles, material orgânico ou outras substâncias prejudiciais.
- V. Índice de Suporte Califórnia – $ISC \geq 20\%$ e Expansão $\leq 1\%$, determinados através dos ensaios:
- VI. Ensaio de Compactação - DNER-ME 129/94, na energia do Método B, ou maior que esta;
- VII. Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - DNER-ME 049/94, com a energia do ensaio de compactação
- VIII. No caso de solos lateríticos, os materiais submetidos aos ensaios acima podem apresentar Índice de Grupo diferente de zero e expansão $> 1,0\%$, desde que no

ensaio de expansibilidade (DNER-ME 029/94) apresente um valor inferior a 10%.

Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização:

- VI. Motoniveladoras com escarificador;
- VII. Carro-tanque distribuidor de água;
- VIII. Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- IX. Grade de discos.
- X. Outros equipamentos, a juízo da Fiscalização.

Os equipamentos de compactação e mistura serão escolhidos de acordo com o tipo de material empregado.

Execução

A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais em central de mistura ou na pista, seguidas de espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

No caso de utilização de misturas de materiais devem ser obedecidos os seguintes procedimentos:

- I. Mistura prévia – Deve ser executada preferencialmente em centrais de mistura próprias para este fim. Caso as quantidades a serem executadas não justifiquem a instalação de central de mistura, a mesma pode ser feita com pá-carregadeira.
- II. No segundo caso, a medida-padrão pode ser a concha da pá carregadeira utilizada no carregamento do material. Conhecidos os números da medida-padrão de cada material que melhor reproduza a dosagem projetada, deve ser

iniciado o processo de mistura em local próximo a uma das jazidas. Depositam-se alternadamente os materiais, em lugar apropriado e na proporção desejada. A mistura é então processada, revolvendo-se o monte formado com evoluções da concha da pá-carregadeira. Para evitar erros na contagem do número de medidas-padrão dos materiais, recomenda-se que a etapa descrita anteriormente seja executada dosando-se um ciclo da mistura por vez.

- III. Após a mistura prévia, o material é transportado, por meio de caminhões basculantes, depositando-se sobre a pista em montes adequadamente espaçados. Segue-se com o espalhamento pela ação da motoniveladora.
- IV. Mistura na pista - A mistura na pista somente pode ser procedida quando na mesma for utilizado material da pista existente, ou quando as quantidades a serem executadas não justificarem a instalação de central de mistura. Inicialmente, deve ser distribuído na pista o material que entra na composição da mistura em maior quantidade. Segue-se o espalhamento do segundo material, em quantidade que assegure o atendimento à dosagem e à espessura pretendida. O material espalhado deve receber adequada conformação, de forma que a camada apresente espessura constante.
- V. Espalhamento - O material distribuído é homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora. No decorrer desta etapa, devem ser removidos materiais estranhos ou fragmentos de tamanho excessivo.
- VI. Correção e homogeneização da umidade - A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de menos 2 pontos percentuais até mais 1 ponto percentual da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade se apresente abaixo do limite mínimo especificado, deve-se proceder ao umedecimento da camada com caminhão-tanque distribuidor de água, seguindo-se a homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada.

- VII. Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado, de maneira a se obter a espessura desejada após a compactação.
- VIII. A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base deve ser de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.
- IX. Compactação - Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos, de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Devese estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação, sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.
- X. A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.
- XI. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da subbase em construção, a compactação deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tais como cabeceiras de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos.

- XII. Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.
- XIII. Acabamento - O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso-vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.
- XIV. Abertura ao tráfego - A sub-base estabilizada granulometricamente não deve ser submetida à ação do tráfego. A extensão máxima a ser executada deve ser aquela para a qual pode ser efetuado de imediato o espalhamento do material da camada seguinte, de forma que a sub-base já liberada não fique exposta à ação de intempéries que possam prejudicar sua qualidade.

Controle

Os materiais utilizados na execução da sub-base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- I. Ensaios de caracterização do material espalhado na pista pelos métodos DNER-ME 080/94, DNERME 082/94 e DNER/ME 122/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- II. Ensaios de compactação pelo método DNER-ME 129/94, com energia do Método B, ou maior que esta, para o material coletado na pista, em locais escolhidos aleatoriamente. Deve ser coletada uma amostra por camada, para cada 200 m de pista, ou por jornada diária de trabalho. A frequência destes ensaios pode ser reduzida a critério da Fiscalização, para uma amostra por segmento de 400 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.

- III. No caso da utilização de material britado ou mistura de solo e material britado, a energia de compactação de projeto pode ser modificada quanto ao número de golpes, de modo a se atingir o máximo da densificação determinada em trechos experimentais, em condições reais de trabalho no campo.
- IV. Ensaio de Índice de Suporte Califórnia - ISC e expansão pelo método DNER-ME 049/94, na energia de compactação para o material coletado na pista, a cada 400 m, em locais escolhidos aleatoriamente onde foram retiradas amostras para o ensaio de compactação. A frequência destes ensaios pode ser reduzida, a critério da Fiscalização, para uma amostra a cada 800 m de extensão, no caso do emprego de materiais homogêneos.
- V. A frequência indicada para a execução dos ensaios é a mínima aceitável.
- VI. Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas pelo menos cinco amostras, para execução do controle dos insumos.

O controle da execução da sub-base estabilizada granulometricamente deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável. Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios:

- I. Ensaio do fator de umidade do material, imediatamente antes da compactação, por camada, para cada 100 m de pista a ser compactada, em locais escolhidos aleatoriamente (métodos DNER-ME 052/94 ou DNER-ME 088/94). A tolerância admitida para o teor de umidade é de \pm dois pontos percentuais em relação à umidade ótima.
- II. Ensaio de massa específica aparente seca “in situ” para cada 100 m de pista, por camada, determinada pelos métodos DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 036/94, em locais escolhidos aleatoriamente. Para pistas de extensão limitada, com áreas de, no máximo, 4.000 m², devem ser feitas pelo menos cinco determinações por camada para o cálculo do grau de compactação (GC).
- III. Os cálculos de grau de compactação devem ser realizados utilizando-se os

valores da massa específica aparente seca máxima obtida no laboratório e da massa específica aparente seca “in situ” obtida na pista. Não devem ser aceitos valores de grau de compactação inferiores a 100% .

Verificação do produto

Os trechos de subleito regularizado somente poderão receber camadas de pavimento após terem sido recebidos e liberados pela Fiscalização. Para serem considerados recebidos e liberados, os trechos deverão apresentar as seguintes características:

A verificação final da qualidade da camada de sub-base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

Após a execução da sub-base deve-se proceder ao controle geométrico mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- I. ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- II. até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- III. $\pm 10\%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

15.3.BASE DE SOLO MELHORADO COM CIMENTO E ADIÇÃO DE MATERIAL PÉTREO (BRITA)

A base é a camada de pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado.

O solo melhorado com cimento é o material proveniente de mistura de solo, cimento e água em proporções previamente determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório, de forma a apresentar determinadas características de resistência e durabilidade. Os teores usuais de cimento estão situados na faixa de 2 a 4%, em peso, em relação ao total da mistura.

A adição de brita se faz necessária para se adequar a faixa granulométrica identificada no material terroso da jazida PIRAN.

Materiais

- I. O Cimento Portland deve obedecer às exigências da Norma DNEREM 036/95, juntamente com as das Normas NBR5732:1991 ou NBR 5735:1991.
- II. A água deve ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis ou matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.
- III. Os solos empregados na execução de base de solo melhorado com cimento devem ser os provenientes de ocorrências de materiais, devendo apresentar as seguintes características, quando submetidos aos ensaios DNER-ME 080/94, DNER-ME 082/94 e DNER-ME 122/94. A composição da mista deverá obedecer as faixas granulométricas apresentadas na Tabela 1 da **NORMA DNIT 142/2010 – ES Pavimentação – Base de solo melhorado com cimento - Especificação de serviço**;
- IV. A fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar limite de liquidez igual ou inferior a 40% e índice de plasticidade igual ou inferior a 18%.
- V. O agregado retido na peneira nº 10 deve ser constituído de partículas duras e duráveis, isento de fragmentos moles, alongados ou achatados, de matéria vegetal ou outra substância prejudicial.
- VI. A mistura projetada de solo-cimento e água deve ser deixada solta para curar, por um período mínimo de 72 horas, após o qual deve satisfazer às seguintes características quando submetidas aos ensaios indicados a seguir: Limite de liquidez 25% (DNER-ME 122/94); Índice de plasticidade 6% (DNER-ME 082/94);) Índice de Suporte Califórnia ISC 80% e expansão máxima de 0,5%, obtidos de acordo com a energia de compactação do ensaio DNER-ME 129/94 - Método C.

Equipamentos

São indicados os seguintes tipos de equipamentos para execução da regularização:

- I. Motoniveladoras com escarificador;

- II. Pulvimisturador;
- III. Carro-tanque distribuidor de água;
- IV. Rolos compactadores tipo pé-de-carneiro, liso-vibratório e pneumático;
- V. Central de mistura de capacidade adequada à obra
- VI. Grade de discos.
- VII. Outros equipamentos, a juízo da Fiscalização.

A central de mistura deve ser constituída essencialmente de:

- I. Silos - geralmente para cimento e solo, providos de bocas de descarga e equipados com dispositivos que permitam graduar o escoamento;
- II. Transportadores de esteiras, que transportam o solo e o cimento, na proporção conveniente, até o equipamento misturador;
- III. Equipamento misturador “pug-mill” constituído, normalmente, de uma caixa metálica contendo em seu interior, como elementos misturadores, dois eixos que rodam em sentido contrário, providos de chapa em espiral ou de pequenas chapas fixadas em hastes que, devido aos seus movimentos, forçam a mistura íntima dos materiais, ao mesmo tempo que os faz avançar até a saída do equipamento;
- IV. Reservatório de água e canalizações que permitam depositar e espargir a água sobre o solo, no processo de mistura;
- V. Equipamento de carga de caminhões, constituído de um silo com transportador de correia ou elevador de canecas, colocado de modo que o caminhão transportador possa receber, por gravidade, a mistura

Execução

A execução da sub-base compreende as operações de mistura e pulverização, umedecimento ou secagem dos materiais em central de mistura ou na pista, seguidas de

espalhamento, compactação e acabamento, realizadas na pista devidamente preparada, na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada.

- I. A mistura de solo melhorado com cimento deve ser preparada em centrais de mistura, empregando materiais de ocorrências, objetivando as vantagens técnicas e econômicas na dosagem e homogeneização da mistura solo, cimento e água;
- II. O solo empregado na mistura, na central, deve sofrer um processo de pulverização, exigindo-se que, no mínimo, 60% em peso do material esteja reduzido a partículas de diâmetro inferior a 4,8 mm (peneira nº 4);
- III. Todas as operações necessárias ao preparo da mistura final devem ser realizadas na central, restando apenas o transporte da mistura já pronta para a pista, onde deve ser enleirada, deixada curar por 72 horas, espalhada, umedecida e homogeneizada na umidade ótima, com as devidas precauções, e de modo que, após a compactação, apresente espessura, greide longitudinal e seção transversal indicados no projeto;
- IV. A faixa para receber a mistura de solo melhorado com cimento deve estar preparada, no que se refere à drenagem, nivelamento e seção transversal, conforme fixados no projeto.
- V. Acabamento - O acabamento deve ser executado pela ação conjunta de motoniveladora e de rolos de pneus e liso vibratório. A motoniveladora deve atuar, quando necessário, exclusivamente em operação de corte, sendo vetada a correção de depressões por adição de material.
- VI. Após a cura, o material é distribuído e homogeneizado mediante ação combinada de grade de discos e motoniveladora.
- VII. A variação do teor de umidade admitido para o material para início da compactação é de 2 pontos percentuais da umidade ótima de compactação. Caso o teor de umidade esteja abaixo do limite mínimo especificado, deve ser

procedido o umedecimento da camada através de caminhão-tanque distribuidor de água, seguido da homogeneização pela atuação de grade de discos e motoniveladora. Se o teor de umidade de campo exceder ao limite superior especificado, deve-se aerar o material mediante ação conjunta da grade de discos e da motoniveladora, para que o material atinja o intervalo da umidade especificada. Concluída a correção e homogeneização da umidade, o material deve ser conformado de maneira a se obter a espessura especificada após a compactação.

- VIII. A espessura da camada compactada não deve ser inferior a 10 cm nem superior a 20 cm. Quando houver necessidade de se executar camadas de base com espessura final superior a 20 cm, estas devem ser subdivididas em camadas parciais. A espessura mínima de qualquer camada de base deve ser de 10 cm, após a compactação. Nesta fase devem ser tomados os cuidados necessários para evitar a adição de material na fase de acabamento.
- IX. Na fase inicial da obra devem ser executados segmentos experimentais, com formas diferentes de execução, na sequência operacional de utilização dos equipamentos de modo a definir os procedimentos a serem obedecidos nos serviços de compactação. Deve-se estabelecer o número de passadas necessárias dos equipamentos de compactação para atingir o grau de compactação especificado. Deve ser realizada nova determinação sempre que houver variação no material ou do equipamento empregado.
- X. A compactação deve evoluir longitudinalmente, iniciando pelas bordas. Nos trechos em tangente, a compactação deve prosseguir das duas bordas para o centro, em percursos equidistantes da linha base, o eixo. Os percursos ou passadas do equipamento utilizado devem distar entre si de forma tal que, em cada percurso, seja coberta metade da faixa coberta no percurso anterior. Nos trechos em curva, havendo superelevação, a compactação deve progredir da borda mais baixa para a mais alta, com percursos análogos aos descritos para os trechos em tangente.
- XI. Nas partes adjacentes ao início e ao fim da base em construção, a compactação

deve ser executada transversalmente à linha base, o eixo. Nas partes inacessíveis aos rolos compactadores, assim como nas partes em que seu uso não for recomendável, tais como cabeceira de pontes e viadutos, a compactação deve ser executada com rolos vibratórios portáteis ou sapos mecânicos. Durante a compactação, se necessário, pode ser promovido o umedecimento da superfície da camada, mediante emprego de carro-tanque distribuidor de água. Esta operação é exigida sempre que o teor de umidade estiver abaixo do limite inferior do intervalo de umidade admitido para a compactação.

Controle

Os materiais utilizados na execução da base devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- I. Todo cimento empregado na obra deve estar em conformidade com o disposto na norma **DNER-EM 036/95**, de acordo com certificado do fabricante.
- II. Antes de usado, tanto na central de mistura quanto no espalhamento na pista, devem ser executados na obra ensaios de determinação de finura (**NBR NM 76:1998** – Método de Blaine), a fim de verificar se o cimento não está empedrado. A frequência destes ensaios é de um ensaio por dia de trabalho, ou sempre que houver dúvidas sobre a sanidade do cimento.
- III. O resíduo retido na peneira n° 200 (malha de 0,075 mm) não deve exceder a: cimento Portland de alto forno - 10%; cimento Portland comum - 15%.
- IV. Os solos a serem empregados no preparo da mistura solo melhorado com cimento, tanto na mistura em usina quanto na pista, devem ser examinados mediante dos ensaios de caracterização (**DNER-ME 080/94**, **DNER-ME 082/94** e **DNER-ME 122/94**), a fim de verificar se estão de acordo com o projeto de mistura e as tolerâncias especificadas quanto à granulometria, ao limite de liquidez e ao índice de plasticidade. A frequência indicada para a execução de ensaios deve ser de 100 em 100 m de pista.
- V. Para pistas de extensão limitada, com área de até 4.000 m², devem ser coletadas

pelo menos cinco amostras, para execução do controle dos insumos.

- VI. O controle da execução da base de solo melhorado com cimento deve ser exercido através de coleta de amostras, ensaios e determinações feitas de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável. Devem ser efetuadas as seguintes determinações e ensaios.

Tanto na mistura em usina quanto na mistura na pista, devem ser verificadas aleatoriamente:

Antes da aplicação do cimento

- I. determinação do grau de pulverização do solo através de peneiramento na peneira nº 4.

Depois da aplicação do cimento

- I. verificação da quantidade do cimento incorporada (por peso ou volume);
- II. ensaio de compactação, após 72 horas de cura da mistura para determinação da massa específica aparente seca máxima, (**DNER-ME 129/94** – Método C);
- III. determinação do teor de umidade, depois da adição da água e homogeneização da mistura curada (**DNER-ME 052/94** e **DNERME 088/94**)

Compactação da mistura de solo melhorado com cimento na pista

Tanto para a mistura fabricada e transportada da usina, enleirada e espalhada na pista após cura de 72 horas, quanto para a mistura realizada na pista e manipulada nas mesmas condições, devem ser verificadas de maneira aleatória:

- I. Imediatamente antes da compactação: determinações do teor de umidade da mistura (**DNER-ME 052/94**, **DNER-ME 088/94**), para verificação do atendimento do teor de umidade do projeto; ensaios de compactação e moldagem de corpos-de-prova (**DNER-ME 129/94** – Método C), para determinação do Índice de Suporte Califórnia, após 4 dias de embebição (**DNER-ME 049/94**).

- II. Após a compactação: determinação da massa específica aparente “in situ” na pista compactada, para o cálculo do Grau de Compactação (GC) (**DNER-ME 092/94** ou **DNER-ME 036/94**), que deve ser $\geq 100\%$.

Verificação do produto

Os trechos de subleito regularizado somente poderão receber camadas de pavimento após terem sido recebidos e liberados pela Fiscalização. Para serem considerados recebidos e liberados, os trechos deverão apresentar as seguintes características:

A verificação final da qualidade da camada de sub-base (Produto) deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com o Plano de Amostragem Variável.

Após a execução da sub-base deve-se proceder ao controle geométrico mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas, permitindo-se as seguintes tolerâncias:

- VII. ± 10 cm, quanto à largura da plataforma;
- VIII. até 20%, em excesso, para a flecha de abaulamento, não se tolerando falta;
- IX. $\pm 10\%$, quanto à espessura da camada indicada no projeto.

15.4.IMPRIMAÇÃO

O serviço consiste na aplicação de camada de material betuminoso sobre a superfície da base concluída, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilizar e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado. Deverá ser executada sobre toda a superfície de base, conforme detalhes apresentados nos desenhos de projeto.

Material

O material a ser utilizado deverá ser a emulsão asfáltica, a base de água, produzida especialmente para imprimação de bases granulares, (EAI,) devendo ser utilizada uma taxa de aplicação entre 0,8 l/m² e 1,2 l/m², com tolerância de $\pm 0,2$ l/m².

O material deverá apresentar resíduo asfáltico da emulsão de 50,0% mínimo; viscosidade Saybolt Furol @ 25 C: 90 SSF máxima; e penetração na base: similar ao CM-30.

Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado pela Fiscalização e estar de acordo com esta Especificação, sem o que não poderá ser iniciado o serviço.

Poderão ser utilizadas vassouras mecânicas rotativas para a limpeza da superfície da base, antes da execução da imprimação, ou mesmo varredura manual.

Para a distribuição do material betuminoso deverão ser utilizados carros equipados com bomba reguladora de pressão, barras de distribuição e sistema de aquecimento.

O equipamento deverá permitir a aplicação uniforme do material betuminoso na temperatura e quantidade especificadas, sobre a superfície da base preparada.

Os carros distribuidores deverão dispor de tacômetro, calibradores e termômetros, em locais de fácil observação e, ainda, de um espargidor manual (“caneta”), para aplicação em pequenas superfícies e correções localizadas.

As barras de distribuição deverão ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Execução

A imprimação não deverá ser executada quando a temperatura ambiente estiver abaixo de 10°C, em condições de neblina, nem em dias de chuva ou quando esta for iminente.

A taxa de aplicação deverá ser calibrada controlada com a utilização de bandejas, que por pesagem antes e depois da passagem do carro espargidor possibilitam o cálculo da taxa de aplicação. Devem ser executadas cinco determinações aleatórias da taxa de aplicação.

Na ocasião da aplicação do material betuminoso, a base deverá estar seca ou levemente úmida, de modo a não prejudicar a distribuição uniforme do material betuminoso.

Antes da execução da imprimação, a superfície da base deverá ser totalmente limpa, de modo a eliminar todo o pó e materiais soltos remanescentes. Para a limpeza da superfície, deverão ser utilizadas, preferencialmente, a vassoura mecânica ou a limpeza

manual.

A emulsão asfáltica para imprimação não poderá ser diluída com água ou outros.

Aplica-se, a seguir, com auxílio do carro distribuidor, o material betuminoso de forma uniforme e na temperatura determinada em laboratório, através da determinação da relação temperatura x viscosidade para as amostras recebidas na obra.

Essa temperatura é fixada para cada tipo de material betuminoso, em função da relação temperatura x viscosidade, que proporcione a melhor viscosidade para espalhamento.

Cuidados deverão ser tomados de forma a evitar excessos de material betuminoso nos pontos inicial e final das aplicações. Para tanto, as áreas já imprimadas deverão ser cobertas com faixas de plástico. Após a retirada das faixas de plástico, quaisquer correções nas superfícies anteriormente imprimadas deverão ser realizadas manualmente.

Após a aplicação, a fiscalização deverá verificar sua homogeneidade, a penetração do ligante na camada de base e sua efetiva cura.

Na execução dos serviços deverão ser observadas as recomendações contidas na norma **DNIT ES 144/2012**.

Quando a execução da camada superior for feita após 5 dias da aplicação da imprimação, ou a critério da Fiscalização, deverá ser aplicada uma nova camada, sem ônus para a contratante.

Qualquer falha na aplicação do material asfáltico deverá ser imediatamente corrigida.

Controle

Os asfaltos diluídos deverão ser submetidos aos seguintes ensaios de laboratório:

- I. Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (MB 326), para cada carregamento que chegar à obra;
- II. Um ensaio do ponto de fulgor – Vaso Aberto Tag (NBR 5765), para cada carregamento que chegar à obra;

- III. Um ensaio de destilação até 360°C (MB 43), a cada quatro carregamentos que chegarem à obra.

Os resultados dos ensaios nos asfaltos diluídos deverão atender aos requisitos estipulados pelo regulamento técnico número 03/97 do Departamento Nacional de Combustíveis - DNC.

A temperatura deverá ser verificada imediatamente antes de cada aplicação, devendo ela estar compreendida na faixa de temperaturas fixada para o tipo de material asfáltico em uso.

Deverá ser realizada uma medição da taxa de aplicação para cada 2.500 m² de área imprimada e ao final de cada dia de trabalho. Poderão ser utilizados os seguintes métodos:

- I. Pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material asfáltico;
- II. Pesagem, antes e após a passagem do carro distribuidor, de uma bandeja de peso e área conhecidos colocada na pista; ou
- III. Utilização de uma régua metálica ou de madeira, pintada e graduada de forma a indicar, diretamente, o volume do material betuminoso no tanque do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material asfáltico.

Aceitação

Trechos com taxas fora dos limites previstos nesta especificação não serão aceitos, devendo ser corrigidos pela Contratada às suas expensas.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento. Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

Medição e pagamento

O preço unitário deverá incluir todos os equipamentos, a limpeza da área a ser imprimada, o armazenamento do ligante asfáltico e a sua aplicação, além dos custos diretos e indiretos necessários à completa execução do serviço.

O serviço será medido por área efetivamente imprimada, em m², medidos topograficamente e em conformidade com o projeto de pavimentação.

O insumo asfáltico foi separado na planilha e deverá ser medido em toneladas, quando da execução do serviço.

15.5.CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE - CBUQ

Objetivo

Esta especificação fixa as condições de execução e controle de camadas de revestimento em concreto betuminoso usinado a quente, a fim de propiciar nova superfície de rolamento para aeronaves com aderência e conforto.

Esta especificação deverá ser seguida para os serviços de CBUQ com polímero, CBUQ Capa e CBUQ Binder.

A camada de concreto betuminoso é o produto resultante da mistura a quente, em usina apropriada, de agregado mineral graduado, material de enchimento e cimento asfáltico, espalhada e comprimida a quente, de forma que, após a conclusão do serviço, as declividades, espessuras e propriedades da mistura definidas em projeto sejam atendidas.

Materiais

Para a camada em CBUQ-Capa deverá ser utilizado ligante asfáltico convencional, classificação CAP 50/70.

Os agregados que compõem a mistura do concreto asfáltico consistem em pedra britada, areia e material mineral fino e inerte. A porção de material retida na peneira número 4 é denominada agregado graúdo, o que passa na peneira 4 e fica retido na peneira 200, denomina-se agregado miúdo e a porção que passa na peneira 200 chama-se material de enchimento (filler).

O agregado graúdo pode ser pedra britada ou outro material indicado, previamente aprovado pela Fiscalização. Deverá apresentar boa adesividade, fragmentos sãos, duráveis, e estar isento de torrões de argila e de substâncias nocivas.

O agregado graúdo deverá ser submetido a ensaios de laboratório e ter suas características enquadradas dentro dos limites estabelecidos abaixo:

- I. O percentual de desgaste, determinado pelo ensaio de abrasão Los Angeles (NBR NM51), não poderá ser superior a 30%, para a mistura destinada a camadas de rolamento - Capa;
- II. O índice de forma, determinado pelo método DNER ME 086, deverá ser superior a 0,6; e os agregados graúdos deverão ser ensaiados quanto à durabilidade a sulfatos (DNER ME 089), sendo toleradas perdas de até 10% em relação ao sulfato de sódio e de até 13% em relação ao sulfato de magnésio.

O agregado miúdo deverá ser constituído de materiais provenientes da britagem de rocha, tais como pó-de-pedra, e que sejam resistentes e possuam moderada angulosidade. Deverão ser isentos de torrões de argila ou silte e de materiais pulverulentos. °

Areia natural poderá ser utilizada como parte do agregado miúdo para ajustar a granulometria ou para melhorar a trabalhabilidade do concreto asfáltico. No entanto, o total em peso de areia em relação ao total em peso do agregado não poderá exceder em 20%.

O agregado miúdo deverá apresentar um índice de plasticidade inferior a 6%, um limite de liquidez inferior a 25% e um equivalente de areia, determinado pelo método de ensaio NBR 12052, igual ou superior a 35%.

Quando a presença de finos nos agregados for insuficiente para enquadrar a granulometria do concreto asfáltico, poderão ser utilizados materiais específicos de enchimento, chamados de filler.

O filler deverá ser constituído de materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura e não plásticos ($IP < 6$), tais como o cimento Portland, cal extinta, pós calcários, cinza volante e similares, desde que atendam à seguinte granulometria. Quando da aplicação, o filler deve estar seco e isento de grumos.

Quando necessário deverá ser utilizado melhorador de adesividade.

A verificação da adesividade entre o ligante betuminoso e os agregados graúdo e miúdo deverá ser realizada, antes do estudo do traço, conforme as normas NBR 12583 (agregado graúdo) e NBR 12584 (agregado miúdo).

A quantidade de melhorador de adesividade a ser misturado no cimento asfáltico deverá ser determinada em laboratório e aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

Composição da mistura

A mistura betuminosa deverá ser composta de uma mistura de agregados bem graduados, cimento asfáltico e, se necessário, material de enchimento. Os diversos agregados deverão ser divididos por tamanho e combinados em proporções em que a mistura resultante atenda aos requisitos da mistura de projeto.

A camada de Binder deverá se enquadrar na faixa 2 e a Camada de Rolamento com e sem polímero na faixa 3, conforme quadro abaixo:

Composição da mistura

A mistura betuminosa deverá ser composta de uma mistura de agregados bem graduados, cimento asfáltico e, se necessário, material de enchimento. Os diversos agregados deverão ser divididos por tamanho e combinados em proporções em que a mistura resultante atenda aos requisitos da mistura de projeto.

A camada de Binder deverá se enquadrar na faixa 2 e a Camada de Rolamento com e sem polímero na faixa 3.

A faixa adotada não deverá conter partículas com diâmetro máximo superior a $\frac{2}{3}$ da espessura da camada de revestimento.

O diâmetro máximo corresponde à abertura da malha quadrada da peneira, em milímetros, a qual corresponde uma porcentagem retida acumulada igual ou inferior a 5% em massa.

Para todos os tipos, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deverá ser inferior a 4% do total. A faixa granulométrica a ser empregada deverá ser selecionada em

função da utilização prevista para o CBUQ e da espessura a ser executada.

Requisitos da mistura

A estabilidade e características correlatas da mistura asfáltica deverão ser determinadas pelo Método Marshall (**NBR 12891**) e satisfazer aos requisitos indicados no quadro a seguir:

TABELA 23 – CARACTERÍSTICAS DA MISTURA ASFÁLTICA

CARACTERÍSTICA	TIPOS	
	"A"	"B"
ESTABILIDADE (N)	mín: 9.500 máx. 16.000	mín: 6.000 máx. 9.000
FLUÊNCIA MÁXIMA (0,25 mm)	10 - 14	10 - 18
VAZIOS DA MISTURA (V.V., %)	2,8 a 4,2	2,8 a 4,2
RELAÇÃO BETUME - VAZIOS (R.B.V,%)	70 - 80	75 - 82
Nº DE GOLPES EM CADA FACE DOS CORPOS DE PROVA	75	50

O traço da mistura deve ser submetido, com a necessária antecedência, à apreciação da FISCALIZAÇÃO. Para tanto, deverá conter todos os elementos necessários, tais como granulometrias, densidades reais, cálculo das características dos corpos de prova, curva destes valores, etc.

Equipamentos

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deverá ser examinado e aferido, devendo atender às Especificações adiante descritas.

Os depósitos para o ligante asfáltico devem ser capazes de aquecer o material às temperaturas fixadas nesta especificação. O aquecimento deve ser feito por meio de serpentinas a vapor, eletricidade, ou outros meios, de modo a não haver contato de chamas com o interior do depósito.

Deverá ser instalado um sistema de recirculação, desembaraçada e contínua, do depósito ao misturador, durante todo o período de operação. Todas as tubulações e acessórios devem ser dotados de isolamento, a fim de evitar perdas de calor. A capacidade dos depósitos deverá ser suficiente para, no mínimo, três dias de serviço.

Os silos de agregados devem ter capacidade total de, no mínimo, três vezes a capacidade do misturador e serem divididos em compartimentos dispostos de modo a separar e estocar, adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deverá possuir dispositivos adequados de descarga. Haverá um silo adequado para o filler, conjugado com dispositivos para a sua dosagem.

A USINA deverá ser do tipo gravimétrica ou volumétrica com capacidade adequada para processamento da mistura.

A usina Gravimétrica ou usina Batelada deverá estar equipada com uma unidade classificadora de agregados, após o secador, e dispor de misturador capaz de produzir uma mistura uniforme. Um termômetro com proteção metálica e escala de 90°C a 210°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) deverá ser fixado no dosador de ligante ou na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. A usina deverá ser equipada, além disso, com um termômetro de mercúrio, com escala em dial, pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termoeletrônicos aprovados, colocados na descarga do secador para registrar a temperatura dos agregados, com precisão de 5° C.

A usina deverá ter as unidades abaixo: Silos alimentadores:

Nos silos de alimentação a dosagem dos materiais deverá ser controlada de forma automática por meio de moto- redutores elétricos e variadores de velocidade em cada uma das correias dosadoras. Cada silo possui correia individual. O controle de dosagem, independente, é realizado por meio de conversores de frequência em forma automática.

Secador

O secador do tipo contra fluxo tem características que garantem uma produção efetiva de massa asfáltica homogêneo com secagem extremamente eficiente. Isso evita que a umidade residual chegue ao misturador, oxidando o asfalto e prejudicando suas propriedades.

O calor é aplicado gradativamente aos agregados, resultando em alta eficiência de troca térmica. A secagem em contra fluxo gera melhor aproveitamento da energia, economizando combustível.

Queimador

O queimador pode ser abastecido com óleos leves e pesados e/ou gás (GLP ou Gás Natural). Utiliza um eficiente controle de mistura, no qual a relação da mistura ar e combustível pode ser ajustada de forma automática ou manual.

Sistema de peneiras

Os controles iniciais de dosagem de materiais na entrada, as usinas gravimétricas devem possuir um sistema composto por peneiras vibratórias para classificação granulométrica, que classificam e separam os agregados em diferentes tamanhos. Com vibração variável, o processo permite o descarte de material fora de padrão e pode conter sistema de adição de filler, polímeros e fibras, além de pesagem e separação de finos.

Separador Estático

O Separador Estático cumpre a função de pré-filtro, coletando o material particulado com eficiência aproximada de 80% considerando todos os tamanhos, e de 100% para partículas com tamanho superior a 200 microns. O material coletado no Separador Estático deverá ser devolvido diretamente ao processo de mistura.

Filtros

Para qualificar a purificação de gases de exaustão de suas usinas e atender aos mais rígidos padrões mundiais de proteção ambiental. O material coletado no filtro de mangas é devolvido diretamente ao processo de mistura.

Silos quentes

Deve ser disposto em linha e com isolamento térmico, sensores de carga e portas de inspeção, os silos quentes que são responsáveis por estocar (por curto espaço de tempo, somente para dosagem) os agregados previamente separados e devem possuir comportas controladas pela balança de agregados, por meio de válvulas pneumáticas.

Balança de agregados

A balança que recebe os agregados vindos dos silos quentes, dosados pelas comportas.

A balança deve controlar as comportas dos silos quentes e recebe os agregados. O sistema deve ter sensores eletrônicos, para trabalhar de forma a integrar (somar a+b+c+d) as quantidades necessárias de cada material. Quando a quantidade está completa, todo o agregado deverá ser descarregado no misturador.

Misturador Pug-Mill

Com controle total de tempo, o misturador deverá ser do tipo Pug-Mill para realizar a mistura dos agregados com o CAP. O misturador externo do tipo Pug-Mill deverá ser constituído por uma grande caixa metálica com tampas superiores móveis, aquecida pela circulação de óleo térmico que mantém a temperatura da mistura durante do processo; e deve ter mais dois eixos paralelos, que giram em sentido oposto, com braços, aletas e proteções internas construídos em aço de alta resistência. O acionamento é realizado diretamente por dois moto-redutores, sincronizados por duas caixas de redução angulares.

Um termômetro, com proteção metálica e escala de 90o C a 210o C, deve ser fixado na linha de alimentação do asfalto, em local adequado, próximo à descarga do misturador. Além disso, a usina deve ser equipada com um termômetro de mercúrio, com escala em "dial", um pirômetro elétrico, ou outros instrumentos termométricos aprovados, colocados na descarga do secador para registrar a temperatura dos agregados.

A capacidade de produção em tonelada dia vai ser função do etapeamento dos serviços de engenharia. ACABADORAS

O equipamento para espalhamento e acabamento deverá ser constituído de pavimentadoras automotrizes, capazes de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, cotas e abaulamento requeridos.

As acabadoras deverão estar equipadas com equipamento de sensor de nível eletrônico para garantir as espessuras de aplicação de projeto.

As acabadoras deverão estar equipadas com parafusos sem fim, para colocar a mistura exatamente nas faixas, e possuir dispositivos rápidos e eficientes de direção, além de marchas para frente e para trás.

As acabadoras deverão ser equipadas com alisadores e dispositivos para aquecimento

dos mesmos, à temperatura requerida, para colocação da mistura sem irregularidades, bem como controle de greide longitudinal eletrônico para garantia da qualidade da superfície.

Equipamentos de compressão

Deverá ser constituído por rolo metálico liso, tipo tandem, ou outro equipamento aprovado pela FISCALIZAÇÃO.

Os rolos compressores, tipo tandem, devem ter uma massa de 8 a 12 t.

O equipamento em operação deverá ser suficiente para comprimir a mistura à densidade requerida, enquanto está se encontrar em condições de trabalhabilidade.

Veículos de transporte da mistura

Os caminhões serão do tipo basculante para o transporte do concreto asfáltico. Deverão ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com água e sabão, óleo cru fino, óleo parafínico, ou solução de cal, de modo a evitar a aderência da mistura às chapas.

A utilização de produtos susceptíveis de dissolver o ligante betuminoso (óleo diesel, gasolina, etc.) não será permitida.

Execução

Preparação

A temperatura de aplicação do cimento asfáltico deve ser determinada para cada tipo de ligante, em função da relação temperatura-viscosidade.

A temperatura conveniente é aquela na qual o asfalto apresenta uma viscosidade situada dentro da faixa de 75 a 150 segundos Saybolt-Furol, conforme método DNER-ME 004 (também ABNT MB 517), indicando-se, preferencialmente, a viscosidade de 85 a 95 segundos Saybolt-Furol. Entretanto, não devem ser feitas misturas a temperaturas inferiores a 107°C e nem superiores a 177°C.

Os agregados deverão ser aquecidos a temperaturas de 10°C a 15°C acima de

temperatura do ligante asfáltico.

Sendo decorridos mais de sete dias entre a execução da imprimação sobre a camada de base ou pintura de ligação sobre camada asfáltica inferior, ou no caso de ter havido trânsito sobre a superfície pintada, ou ainda ter sido a pintura recoberta com areia, pó-de-pedra, etc., deverá ser feita uma nova pintura de ligação.

Recomenda-se especial atenção na execução da camada superficial de rolamento, a qual deve ser executada em estrita observação às recomendações das características de irregularidades e de atrito constantes do RBAC-154, da IAC 4302 e da resolução 88 da ANAC. Na execução da camada final de rolamento, as características do macro e microtextura devem ser verificadas continuamente por meio de realização de ensaios de mancha de areia, fins de detectar e corrigir as imperfeições.

Trecho Experimental

Será necessária a execução de um trecho experimental, em local indicado pela FISCALIZAÇÃO, com a finalidade de:

- I. avaliar o fator de empolamento da mistura a ser lançada na pista;
- II. calibrar os controles eletrônicos de greide da acabadora;
- III. avaliar a necessidade ou não de calibragens da usina e dos demais equipamentos; e
- IV. verificar a qualidade da mistura que a usina irá produzir.

O trecho experimental deverá ser executado após a aprovação do traço da mistura, nas dimensões mínimas de 15 m de comprimento e de 6 m de largura, a ser realizado em duas faixas com junta longitudinal fria. O trecho deverá ser executado com a mesma espessura da camada prevista e os equipamentos deverão ser os mesmos destinados à construção da referida camada.

Deverão ser moldados pelo menos três corpos de prova com o material coletado na usina para a determinação, em laboratório, de todas as características da massa usinada

(volume de vazios, estabilidade, fluência, RBV. etc.) e pelo menos dois para análise de teor de betume e granulometria.

Após a compactação do trecho experimental, três corpos de prova deverão ser extraídos no centro de cada uma das faixas e outros três corpos de prova ao longo da junta longitudinal para a determinação da densidade de campo.

O trecho experimental será considerado aceito quando:

- I. os resultados da estabilidade, fluência, densidade da camada, densidade da junta e volume de vazios estiverem 90% dentro dos limites de aceitação exigidos nesta especificação para o tipo de mistura definido em projeto;
- II. os resultados da granulometria e teor de asfalto estiverem de acordo com os valores exigidos nesta especificação para o tipo de mistura definido em projeto;
e
- III. o resultado do volume de vazios no agregado mineral estiver de acordo com o exigido nesta especificação.

A liberação para a construção ocorrerá somente quando o trecho experimental for considerado aceito pela Fiscalização.

Caso o trecho experimental não seja aceito, correções no projeto de mistura asfáltica ou alteração nos equipamentos deverão ser realizadas e um novo trecho experimental deverá ser construído.

Será medido e pago apenas o trecho experimental que for considerado aceito pela Fiscalização.

Produção e transporte do concreto asfáltico

A produção do concreto asfáltico deverá ser efetuada em usinas apropriadas, conforme anteriormente especificado. Os agregados e o material betuminoso deverão ser pesados e/ou medidos na proporção definida pela mistura de projeto antes de entrarem no misturador da usina.

A umidade da mistura na descarga da usina não poderá ser superior a 0,5%. A produção da mistura deverá ser suficiente para evitar interrupções no espalhamento com a vibroacabadora.

O concreto asfáltico produzido deverá ser transportado da usina ao ponto de aplicação nos veículos basculantes antes especificados.

Quando necessário, para que a mistura seja colocada na pista à temperatura especificada, cada carregamento deverá ser coberto por lona ou outro material aceitável, de tamanho suficiente para proteger a mistura.

Todo carregamento de ligante betuminoso que chegar à obra deverá apresentar certificado de análise, além de trazer indicação clara de sua procedência, do tipo e quantidade do seu conteúdo e distância de transporte entre a refinaria e o canteiro de serviço.

Na execução dos caminhos de serviço devem ser seguidas as recomendações constantes da **DNER-ES 279**.

Distribuição e compressão da mistura

As misturas de concreto asfáltico deverão ser distribuídas somente quando a temperatura ambiente se encontrar acima de 10°C, e sem chuva ou iminência desta.

Caso ocorram irregularidades na superfície da camada, estas deverão ser sanadas pela adição manual de concreto asfáltico, sendo esse espalhamento efetuado por meio de ancinhos e rodos metálicos.

Imediatamente após a distribuição do concreto asfáltico, tem início a rolagem. Como norma geral, a temperatura de rolagem deve ser a mais elevada que a mistura asfáltica possa suportar, temperatura essa fixada experimentalmente para cada caso.

A temperatura recomendável para a compressão da mistura é aquela à qual o cimento asfáltico apresenta uma viscosidade Saybolt-Furol, de 140 ± 15 segundos.

Caso sejam empregados rolos de pneus de pressão variável, inicia-se a rolagem com

baixa pressão, a qual deverá ser aumentada à medida que a mistura for sendo comprimida e, conseqüentemente, suportando pressões mais elevadas.

A compressão deverá ser iniciada pelas bordas, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.

Cada passada do rolo deverá ser recoberta, na seguinte, de pelo menos a metade da largura anteriormente rolada. Em qualquer caso, a operação de rolagem perdurará até o momento em que seja atingida a compactação especificada.

As camadas para compressão deverão ter no máximo 8 cm de espessura.

Durante a rolagem não deverão ser permitidas mudanças de direção, inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado. As rodas do rolo deverão ser umedecidas adequadamente de modo a evitar a aderência da mistura.

Quando uma faixa for executada seis horas após a faixa adjacente ter sido compactada, as juntas, tanto longitudinais quanto transversais, deverão ser serradas com auxílio de uma serra de disco diamantado, lavadas com água e secas com jatos de ar.

As faces serradas das juntas deverão receber uma camada de pintura de ligação antes da aplicação da faixa adjacente.

As juntas deverão ser realizadas de forma a garantir uma perfeita aderência entre as camadas adjacentes e se obter a densidade requerida.

Esforços deverão ser feitos para que sejam minimizadas as construções de juntas frias longitudinais e, também, para que sejam maximizadas as distâncias entre juntas frias transversais.

Abertura ao tráfego

O tráfego de veículos sobre um revestimento recém-construído somente deverá ser autorizado após o completo resfriamento deste e quando possível esperar 6 (seis) horas após a compressão.

Controle

Deverá constar dos seguintes ensaios para os materiais asfálticos:

- I. Um ensaio de viscosidade absoluta a 60°C (NBR 5847), quando o cimento asfáltico for classificado por viscosidade, para todo o carregamento que chegar à obra; ou
- II. Um ensaio de penetração a 25°C (NBR 6576), quando o cimento asfáltico for classificado por penetração, para todo o carregamento que chegar à obra;
- III. Um ensaio de ponto de fulgor (NBR 11341) para todo carregamento recebido;
- IV. Um índice de Suscetibilidade Térmica, para cada 100 t;
- V. Um ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra;
- VI. Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (MB 517), para todo carregamento que chegar à obra; e
- VII. Um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol (**MB 517**), a diferentes temperaturas, para a determinação da curva viscosidade x temperatura, para cada 100 t. °

O material asfáltico será considerado aceito se os resultados dos ensaios relacionados acima atenderem aos limites estipulados no regulamento técnico número 01/92, rev. 02, do Departamento Nacional de Combustíveis – DNC, para o asfalto especificado no projeto.

Deverá constar dos seguintes ensaios para os AGREGADOS:

- I. Dois ensaios de granulometria do agregado, de cada silo quente, por dia (**NBR 7217**). A curva granulométrica deverá manter-se contínua e obedecer às tolerâncias previstas.
- II. Um ensaio de desgaste Los Angeles, por mês, ou quando houver variação da natureza do material (**NBR NM 51**);
- III. Um ensaio de índice de forma, para cada 900m³ (**DNER-ME 086**);

- IV. Um ensaio de equivalente de areia do agregado miúdo, por dia (**NBR 12052**);
e
- V. Um ensaio de granulometria do material de enchimento (filler), por dia (**NBR 7217**).

Os agregados serão aceitos se os resultados dos ensaios relacionados acima se enquadrarem nos limites estabelecidos nesta Especificação.

Deverão ser efetuadas constantemente medidas de temperatura, ao longo da jornada de trabalho, de cada um dos itens abaixo discriminados:

- I. Do agregado, no silo quente da usina;
- II. Do ligante, na usina;
- III. Da mistura betuminosa, na saída do misturador da usina;
- IV. Da mistura, no momento do espalhamento e início da rolagem de pista.
- V. Em cada caminhão, antes da descarga, deverá ser feita, pelo menos, uma leitura da temperatura.
- VI. As temperaturas deverão satisfazer às temperaturas especificadas anteriormente, com uma tolerância de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

A MISTURA ASFÁLTICA deverá ser ensaiada para a verificação de suas características através de amostras que representarão um lote de material. Um lote de material será considerado como:

- I. Um dia de produção inferior a 2.000 t; ou
- II. Meio dia de produção, quando se espera uma produção diária entre 2.000t e 4.000 t.

Quando existir mais de uma usina produzindo misturas asfálticas simultaneamente para o serviço, deverão ser considerados lotes de material separados para cada usina.

Deverá constar dos seguintes ensaios:

- I. Três extrações de betume (**DNER-ME 053**) de amostras coletadas na saída da usina, no caminhão ou na pista, para a realização dos ensaios de granulometria dos agregados (**NBR 7217**) e de determinação da quantidade de ligante (**DNER ME 053**) presente na mistura, para cada lote de material;
- II. Dois ensaios Marshall (**NBR 12891**) com três corpos de prova retirados após a passagem da acabadora e antes da compressão para a verificação dos valores especificados para estabilidade mínima, fluência máxima, volume de vazios da mistura de projeto e relação betume-vazios, para cada lote de material.

Deverá constar dos seguintes ensaios para a MISTURA APLICADA:

- I. Uma determinação da densidade aparente (**NBR 8352**) a cada 500m² ou, no mínimo, quatro medições por dia de serviço;
- II. Uma determinação da densidade aparente nas juntas (**NBR 8352**) a cada 100m de junta construída ou, no mínimo, quatro medições por dia de serviço.
- III. Os corpos de prova deverão ser extraídos da mistura comprimida, por meio de sondas rotativas, em pontos escolhidos aleatoriamente pela FISCALIZAÇÃO.

Aceitação

O critério para a aceitação das características de estabilidade, fluência e volume de vazios, para cada lote de mistura produzida, será baseado no método da Percentagem Dentro dos Limites – PDL (**DIRENG-MC 01**), tendo como limites de tolerância os valores apresentados no quadro abaixo. A Contratada deverá atingir um valor de PDL superior a 85%.

Os ensaios para a determinação das características acima serão realizados em corpos de prova moldados com mistura recém-usinada.

Grau de compactação da mistura compactada e das juntas

O critério para a aceitação das características de densidade, para cada lote de mistura

compactada, será baseado no método da Percentagem Dentro dos Limites – PDL (DIRENG-MC 01)

Os ensaios para a determinação das características acima serão realizados em corpos de prova extraídos no campo, com auxílio de sondas rotativas.

Espessura e greide

A superfície da camada acabada não deverá variar em relação às cotas de projeto mais do que 10,0 mm.

O greide acabado será determinado após o nivelamento dos pontos apresentados nas notas de serviço de campo.

Quando mais de 15% dos pontos nivelados de uma determinada área estiverem fora desta tolerância, a área deficiente deverá ser removida e reconstruída.

A remoção deverá ser feita de forma que seja possível se reconstruir uma camada betuminosa com pelo menos 3 cm de espessura (garantido que o maior diâmetro do agregado na mistura não ultrapassa 2/3 da espessura) e deverão ter no mínimo a largura da faixa previamente executada e comprimento mínimo de 10 m, quando se tratar da última camada de revestimento.

Nas bordas dos pavimentos flexíveis, a largura excedente que ultrapassar o off set de projeto deverá ser cuidadosamente executada uma rampa de concordância com o terreno natural, fins evitar degraus.

Irregularidades

A superfície final do revestimento deverá satisfazer os alinhamentos, perfis e seções do projeto.

As irregularidades serão medidas com auxílio de uma régua de 3,60 m de comprimento, paralela e perpendicularmente ao eixo da pista, a cada metro. Os locais a serem medidos serão definidos pela FISCALIZAÇÃO.

Os desníveis medidos com a régua de 3,60 m não poderão variar mais que 10,0 mm

nas camadas intermediárias ou 7,0 mm na camada superficial.

Quando mais de 15% das medições estiverem fora desta tolerância, a área deficiente deverá ser removida e reconstruída. A remoção deverá ser feita de forma que seja possível se reconstruir uma camada betuminosa com pelo menos 3 cm de espessura.

Medição e pagamento

O concreto asfáltico usinado a quente será medido por tonelada de mistura aplicada, e a produção e transporte em m³ após a compressão do material, medidos topograficamente e em conformidade com o projeto de pavimentação.

Os serviços serão pagos pelos preços unitários contratuais, em conformidade com a medição, que remuneram o fornecimento de todos os materiais, o preparo, o transporte, o espalhamento e a compressão da mistura, os custos referentes à utilização dos equipamentos e todos os custos diretos e indiretos de todas as operações, encargos gerais, mão-de-obra e leis sociais, necessários à completa execução dos serviços.

15.6. TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

Objetivo

Esta Especificação fixa as condições de execução e controle de revestimento por tratamento superficial duplo, de penetração invertida, constituído de duas aplicações de material asfáltico e agregado mineral.

A primeira aplicação do material asfáltico é feita, diretamente, sobre a base imprimada e coberta, imediatamente, com agregado graúdo, constituindo a primeira camada do tratamento. A segunda camada é semelhante à primeira, usando-se agregado miúdo.

Materiais

Materiais Asfálticos

Para a primeira e para a segunda camada serão empregados os seguintes materiais:

- I. emulsão asfáltica do tipo RR-2C.

Melhoradores de Adesividade

Não havendo boa adesividade entre o agregado e o material asfáltico, deve ser empregado um melhorador de adesividade, na quantidade fixada no projeto.

Agregados

O revestimento deve ser executado com agregado resultante da britagem (pedra, pedregulho ou escória) que preencha os seguintes requisitos:

- I. granulometria enquadrada em uma das faixas do quadro abaixo:

TABELA 24 – GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS

PENEIRAS		PORCENTAGEM, EM MASSA, PASSANDO		
		AGREGADO GRAÚDO 1ª CAMADA	AGREGADO MIÚDO 2ª CAMADA	
mm			A	B
25,4	1"	100	-----	-----
19,1	¾"	90 - 100	-----	-----
12,7	½"	20 - 55	100	-----
9,5	3/8"	0 - 15	85 - 100	100
4,8	Nº 4	0 - 5	10 - 30	85 - 100
2,0	Nº 10		0 - 10	10 - 40
0,074	Nº 200	0 - 2	0 - 2	0 - 2

- II. ser constituído de fragmentos duros, limpos e duráveis, sem excesso de partículas lamelares ou alongadas, macias ou de fácil desagregação, ou qualquer outra substância prejudicial;
- III. apresentar, no mínimo, 75 %, em massa, de partículas com duas faces obtidas na britagem;
- IV. a perda por abrasão, determinada no ensaio Los Angeles, segundo a NBR 6465, não deve ser superior a 50 %;
- V. o índice de forma, determinado pelo método DNER-ME 86-64, não deve ser superior a 0,5; e
- VI. a escória britada, quando utilizada deve ser de alto forno, resfriada ao ar e deve apresentar uma massa específica aparente superior a 1100 Kg/m³.

a)

Equipamentos

Equipamento de Limpeza

Para limpeza da superfície tratada devem ser utilizadas vassouras mecânicas, vassourões ou jatos de ar comprimido

Depósito para Material Asfáltico

O depósito, quando necessário, deve ser equipado com dispositivo que permita o aquecimento adequado e uniforme do conteúdo do recipiente. Deve ter uma capacidade tal, que possa armazenar a quantidade de material asfáltico a ser aplicada em, pelo menos, três dias de trabalho.

Equipamento para Distribuição do Material Asfáltico

Para distribuição do ligante devem ser utilizados carros distribuidores, especialmente construídos para este fim, equipados com barra espargidora, bomba reguladora de pressão e sistema completo de aquecimento, que permitam a aplicação do material asfáltico em quantidade uniforme.

A barra espargidora deve ser do tipo de circulação plena, com dispositivo que possibilite ajustamentos verticais e larguras variáveis de espalhamento do ligante.

Os carros distribuidores devem dispor ainda de tacômetro, calibradores e termômetros precisos, posicionados em locais de fácil acesso, assim como de um espargidor manual para o tratamento de pequenas superfícies e correções localizadas.

Veículos de Transporte de Agregados

Devem ser utilizados caminhões tipo basculante com caçambas metálicas robustas.

Equipamento para Espalhamento de Agregado

Os distribuidores de agregados, rebocáveis ou automotrizes devem possuir dispositivos que permitam a distribuição homogênea do agregado.

Equipamento de Compressão

Devem ser constituídos por soquete mecânico, rolos compressores do tipo tandem ou, preferencialmente, pneumáticos autopropulsores. Os rolos compressores do tipo tandem devem aplicar uma carga, por centímetro de largura de roda, não inferior a 250 N e não superior a 450 N. Sua massa total não deve ser superior a 10 t. Os rolos pneumáticos autopropulsores devem ser dotados de pneus que permitam a calibragem de 0,28 MPa a 0,84 MPa (40 lb/pol²) a (120 lb/pol²).

Além desses poderão ser usados outros equipamentos aceitos pela Fiscalização.

Execução

Não deve ser permitida a execução dos serviços objeto desta Especificação durante dias de chuvas.

O material asfáltico não deve ser aplicado em superfícies molhadas, à exceção da emulsão asfáltica, desde que em superfícies sem excesso de água. O material asfáltico só deve ser aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10° C.

A temperatura de aplicação do material asfáltico deve ser determinada, para cada tipo de ligante em função da relação temperatura-viscosidade. Deve ser escolhida a temperatura que proporcione a melhor viscosidade para o espalhamento. As faixas de viscosidade recomendadas para o espalhamento são as seguintes:

para cimento asfáltico e o asfalto diluído, 20 a 60 segundos Saybolt-Furol ou 40 cS a 120 cS; e

para a emulsão asfáltica, 25 a 100 segundos Saybolt-Furol ou 50 cS a 200 cS.

No caso de utilização de melhorador de adesividade, este deve ser adicionado ao ligante asfáltico no canteiro da obra. Preferencialmente, deve-se fazer esta mistura com o ligante asfáltico circulando no carro distribuidor de material asfáltico.

Antes de iniciar as operações de execução do tratamento, procede-se a uma varredura do pó na pista imprimada.

Os materiais asfálticos devem ser aplicados em faixas sucessivas e contíguas. A

aplicação deve ser feita de modo a assegurar uma boa junção entre duas faixas adjacentes. O distribuidor deve ser ajustado e operando de modo a distribuir o material uniformemente sobre a largura determinada. Depósitos excessivos de material asfáltico devem ser prontamente eliminados.

Imediatamente após a primeira aplicação do material asfáltico, o agregado graúdo deve ser uniformemente espalhado, na quantidade indicada no projeto. Quando necessário, para garantir uma cobertura uniforme, a distribuição poderá ser complementada por processo manual adequado. O excesso de agregado deve ser removido antes da compressão.

A extensão de material asfáltico aplicado deve ficar condicionada à capacidade de cobertura imediata com agregado. No caso de paralisação súbita e imprevista do carro-distribuidor de agregados, o agregado deve ser espalhado manualmente na superfície já coberta com o material asfáltico.

O agregado deve ser comprimido em sua largura total, o mais prontamente possível após a sua aplicação. A compressão deve ser interrompida antes do aparecimento de sinais de esmagamento do agregado. A compressão deve começar pelas bordas e progredir para o eixo. Nas curvas deverá progredir do bordo mais baixo para o bordo mais alto, paralelamente ao eixo do pavimento. Cada passagem do rolo deve recobrir, pelo menos, metade da largura anteriormente coberta.

Após a compressão da primeira camada e a fixação do agregado, faz-se a varredura do agregado solto. A seguir, executa-se a segunda camada com agregado miúdo, de modo idêntico à primeira.

O tráfego não deve ser permitido quando da aplicação do material asfáltico, ou do agregado. Só deve ser aberto após a compressão terminada. No caso de emprego de asfalto diluído, o trecho não deve ser aberto ao tráfego, até que o material betuminoso tenha secado, e que os agregados não sejam mais arrancados pelos veículos. De 5 a 10 dias após a abertura ao tráfego, deverá ser feita uma varredura dos agregados não fixados pelo ligante.

Controles

Controle de Qualidade do Material Asfáltico

Os cimentos asfálticos devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

- I. um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- II. uma determinação do Índice Pfeiffer, para cada 100 t; e
- III. um ensaio de espuma, para todo carregamento que chegar à obra.

Os asfaltos diluídos devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

- I. um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- II. um ensaio de ponto de fulgor, para cada 100 t; e
- III. um ensaio de destilação, para cada 100 t.

As emulsões asfálticas devem ser submetidas aos seguintes ensaios

- I. um ensaio de viscosidade Saybolt-Furol, para todo carregamento que chegar à obra;
- II. um ensaio de resíduo por evaporação, para todo carregamento que chegar à obra;
- III. um ensaio, de peneiramento, para todo carregamento que chegar à obra; e
- IV. um ensaio de sedimentação, para cada 100 t.

Controle de Qualidade dos Agregados

Os agregados devem ser submetidos aos seguintes ensaios:

- I. dois ensaios de granulometria, segundo o método DNER-ME 80-64, para cada

dia de trabalho;

- II. um ensaio de desgaste Los Angeles, segundo a NBR 6465, por mês ou quando houver variação da natureza do material;
- III. um ensaio do índice de forma (DNER-ME 86-64) pelo menos a cada 900 m³, ou quando houver variação da natureza do material; e
- IV. um ensaio de adesividade para todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra e sempre que houver variação da natureza do material.

Controle do Melhorador de Adesividade

Constituído de:

- I. um ensaio de adesividade, para todo carregamento que chegar à obra;
- II. um ensaio de adesividade, toda vez que o aditivo for incorporado ao ligante betuminoso.

Controle de Temperatura de Aplicação do Ligante Asfáltico

A temperatura de aplicação deve ser verificada no caminhão distribuidor, imediatamente antes da aplicação e deve ser tal que a viscosidade do ligante seja adequada à aplicação.

Controle de Quantidade do Ligante Asfáltico

O controle da quantidade do material asfáltico deve ser feito mediante a pesagem do carro distribuidor, antes e depois da aplicação do material asfáltico.

Não sendo possível a realização do controle por esse método, admitem-se as seguintes modalidades:

- I. coloca-se na pista uma bandeja, de peso e área conhecidos. Por simples pesagem da bandeja, após a passagem do carro distribuidor, tem-se a quantidade de material, pintada e graduada, de modo que forneça, diretamente, por diferença de alturas do material betuminoso no tanque do carro distribuidor,

antes e depois da operação, a quantidade do material consumido.

Controle da Quantidade e Uniformidade do Agregado

Devem ser feitos, para cada dia de operação, pelo menos dois controles da quantidade de agregado aplicada. Colocam-se na pista, recipientes de peso e área conhecidos. Por simples pesadas, após a passagem do distribuidor, tem-se a quantidade de agregado espalhada. Esta amostra do agregado deve ser submetida ao ensaio de granulometria, de modo a controlar a uniformidade do material utilizado.

Controle de Uniformidade de Aplicação do Material Asfáltico

Deve ser feita mediante uma descarga de 15 a 30 segundos, fora da pista, ou na própria pista, caso em que deve ser colocada uma calha abaixo da barra do carro distribuidor para recolher o ligante asfáltico.

Controle Geométrico

O controle geométrico, deve constar de uma verificação do acabamento da superfície, feita com duas réguas, uma de 1,00 m e outra de 3,00 m de comprimento, colocadas em ângulo reto e, a maior, paralelamente ao eixo da pista. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder 0,5 cm, quando verificada com qualquer das duas réguas.

Medição

O tratamento superficial duplo deve ser medido em metros quadrados de superfície tratada.

Pagamento

Os serviços serão pagos pelo preços unitários contratuais, em conformidade com a medição referida no item anterior, que remuneram além do fornecimento dos materiais - inclusive o material asfáltico e o melhorador de adesividade, se necessário - do armazenamento do material asfáltico, da produção, transporte, espalhamento e compressão dos agregados, os custos diretos e indiretos de todas as operações, equipamentos, encargos gerais, mão-de-obra e leis sociais, necessários a completa execução dos serviços.

15.7.NOTAS DE SERVIÇO_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Neste item do VOLUME 1 são apresentadas as Notas de Serviço das atividades de pavimentação da pista de pouso e decolagem, taxi way, pátio de aeronaves, compreendendo o concreto betuminoso usinado a quente (5,0 cm), tratamento superficial duplo – TSD, base e sub base.

TABELA 25 – NOTAS DE SERVIÇO_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

NOTAS DE SERVIÇO - PAVIMENTAÇÃO					
ITEM	COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	ALTURA (M)	ÁREA (M2)	VOLUME (M3)
CBUQ					
PISTA DE POUSO	1.300,00	30,00	0,05	39.000,00	1.950,00
TAXY WAY	80,00	30,00	0,05	2.400,00	120,00
PÁTIO	100,00	40,00	0,05	4.000,00	200,00
TOTAL:				45.400,00	2.270,00
PINTURA DE LIGAÇÃO					
TOTAL:				45.400,00	
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO					
TOTAL:				45.400,00	
IMPRIMAÇÃO					
TOTAL:				45.400,00	
BASE					
PISTA DE POUSO	1.300,30	30,30	0,20	39.399,09	7.879,82
TAXY WAY	80,30	30,30	0,20	2.433,09	486,62
PÁTIO	100,30	40,30	0,20	4.042,09	808,42
TOTAL:				45.874,27	9.174,85
SUB BASE					
PISTA DE POUSO	1.300,525	30,525	0,15	39.698,53	5.954,78
TAXY WAY	80,525	30,525	0,15	2.458,03	368,70
PÁTIO	100,525	40,525	0,15	4.073,78	611,07
TOTAL:				46.230,33	6.934,55
SUBLEITO					
TOTAL:				46.230,33	

15.8.CONSUMO DE MATERIAIS_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Neste item do VOLUME 1 são apresentadas as taxas utilizadas e o consumo de materiais calculados aos serviços de pavimentação da pista de pouso e decolagem – PPD,

taxy way e pátio de aeronaves.

TABELA 26 – CONSUMO DE MATERIAIS_PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

CONSUMO DE MATERIAIS - PAVIMENTAÇÃO				
ITEM		VOLUME (M3)	PESO (ton.)	ÁREA (M2)
CBUQ		2.270,00		
CBUQ (D = 2,40 TON./M3)			945,83	
CONSUMO DOS MATERIAIS	UNIDADE	QUANT. UNITÁRIA	QUANT. TOTAL	
Areia média	t	0,48713	460,74	
Brita 0	t	0,09368	88,61	
Brita 1	t	0,09368	88,61	
Cimento asfáltico de petróleo - CAP 50/70	t	0,06323	59,81	
Cal hidratada - a granel	t	0,0562	53,16	
Pedrisco	t	0,20609	194,93	
PINTURA DE LIGAÇÃO				45.400,00
CONSUMO DOS MATERIAIS	UNIDADE	QUANT. UNITÁRIA	QUANT. TOTAL	
Emulsão asfáltica - RR-1C	t	0,00045	20,43	
TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO				45.400,00
CONSUMO DOS MATERIAIS	UNIDADE	QUANT. UNITÁRIA	QUANT. TOTAL	
Brita 0	t	0,011	499,40	
Brita 1	t	0,0225	1.021,50	
Emulsão asfáltica - RR-2C	t	0,00373	169,34	
IMPRIMAÇÃO				45.400,00
CONSUMO DOS MATERIAIS	UNIDADE	QUANT. UNITÁRIA	QUANT. TOTAL	
Emulsão asfáltica para imprimação - EAI	t	0,0013	59,02	
BASE (CASCALHEIRA PIRAN D. = 1,856 TON/M3)		9.174,85	17.028,53	
CONSUMO DOS MATERIAIS	UNIDADE	QUANT. UNITÁRIA	QUANT. TOTAL	
Cimento (2% em peso)	t	0,0371	632,10	
Brita 1 (DENS. 1,40 TON./M3) (20% em peso)	t	0,3712	6.320,99	

16. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

FIGURA 41 – DETALHE PONTO DE VISADA

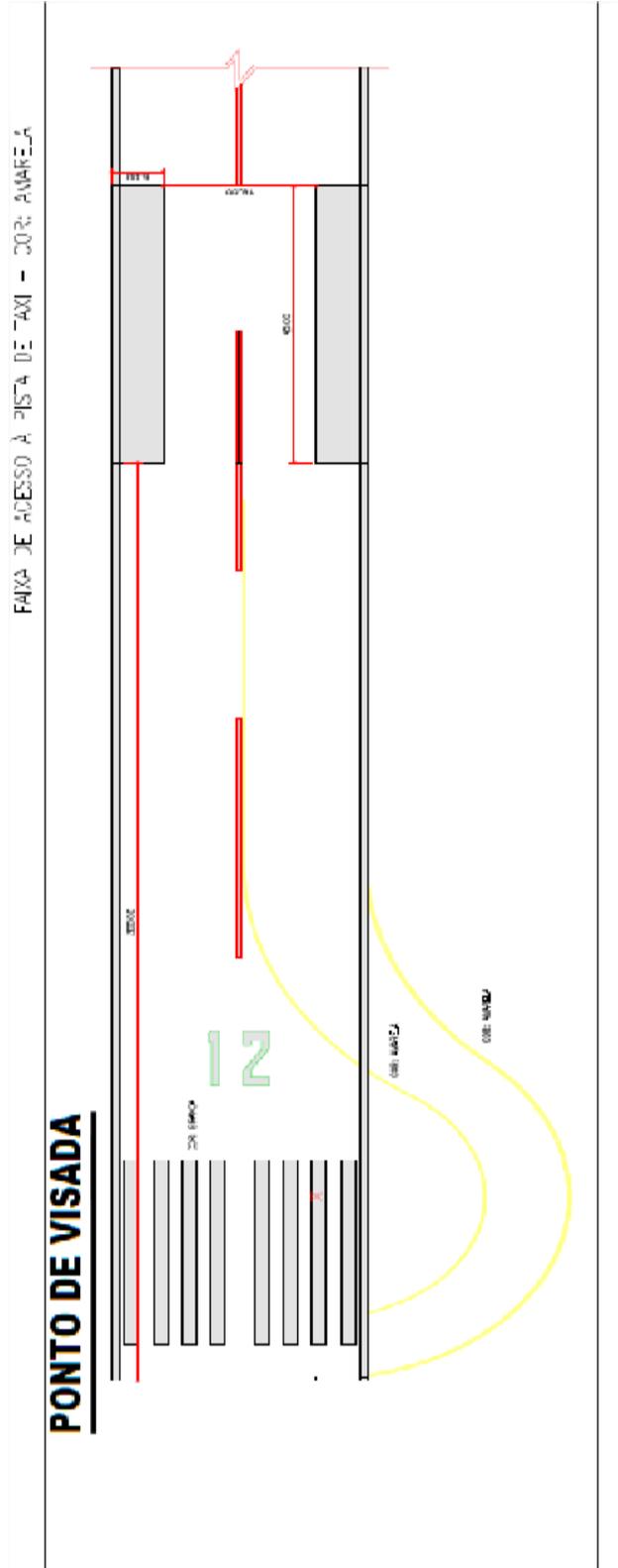


FIGURA 42 – DETALHES ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL (1)

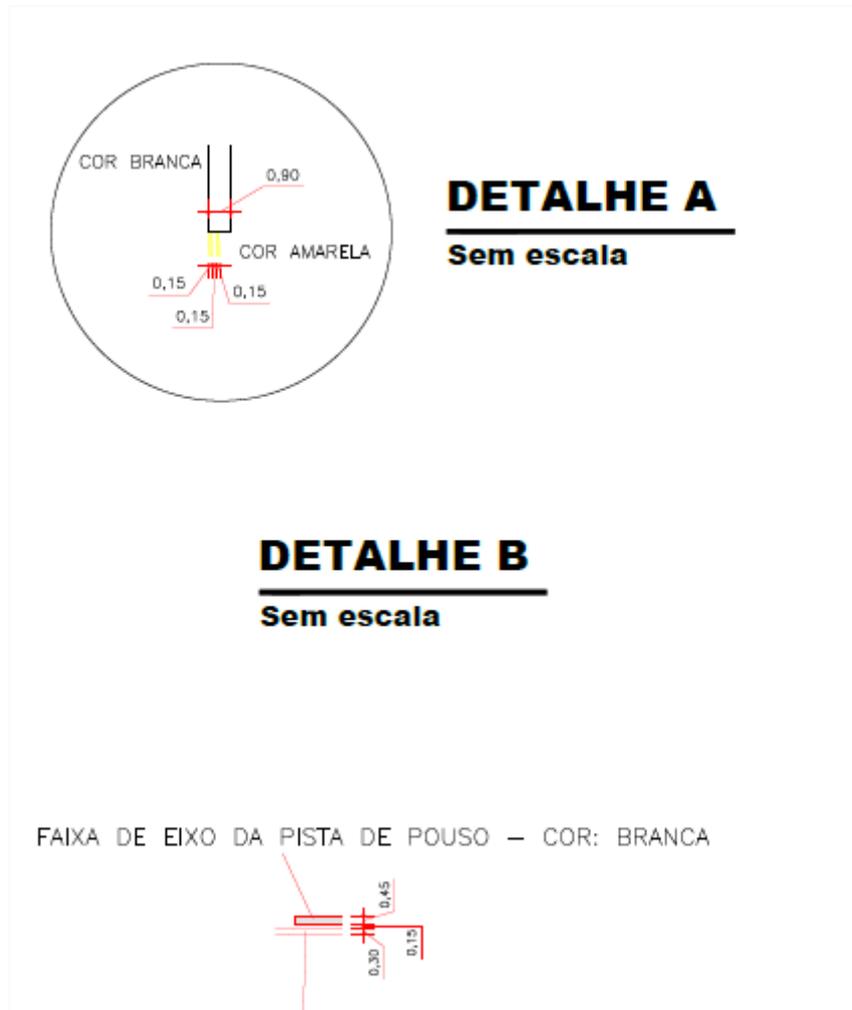


FIGURA 43 – DETALHE LINHAS DE BORDO DE PÁTIO

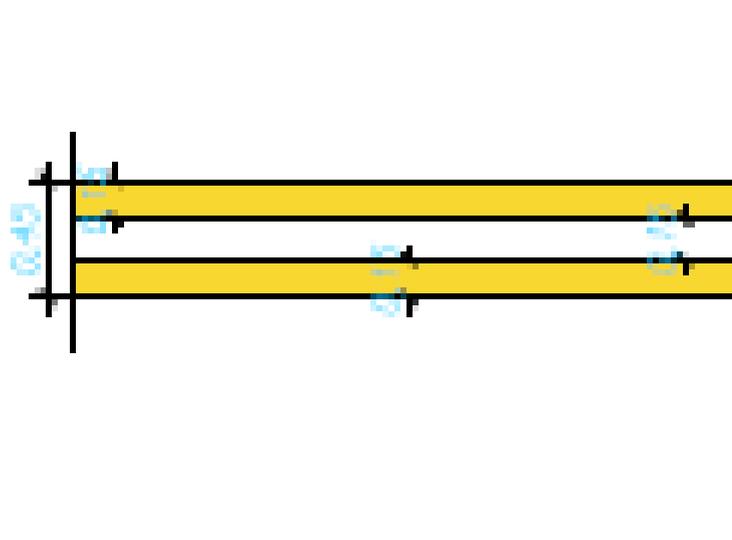


FIGURA 44 – DETLAHE LINHAS DO ESTACIONAMENTO DE AERONAVES

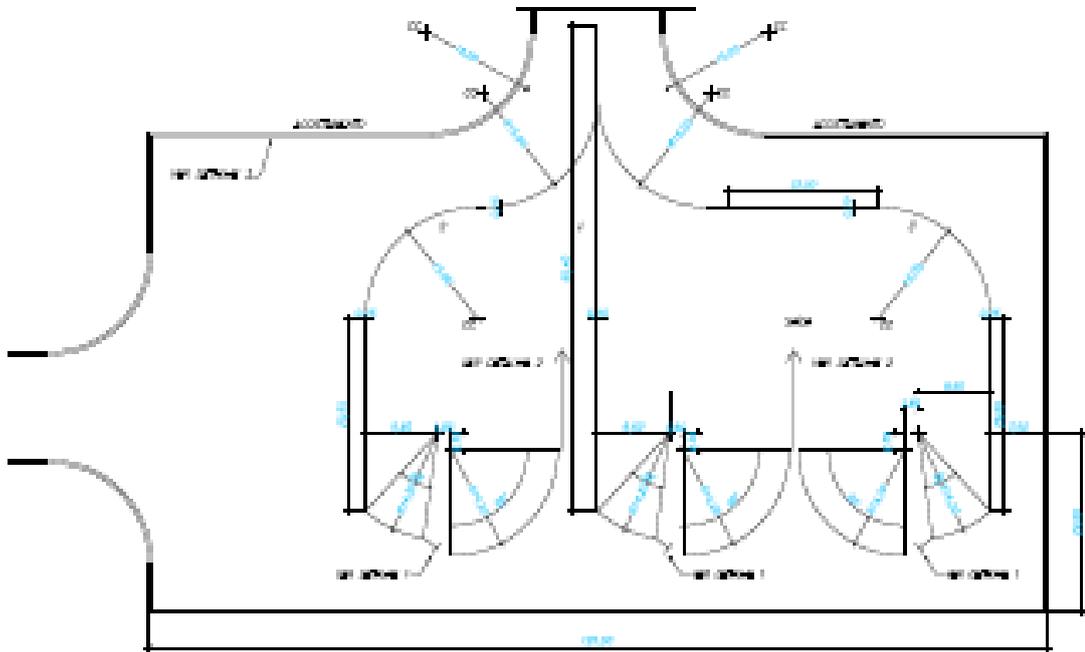


FIGURA 45 – DETLAHE DOS NÚMEROS

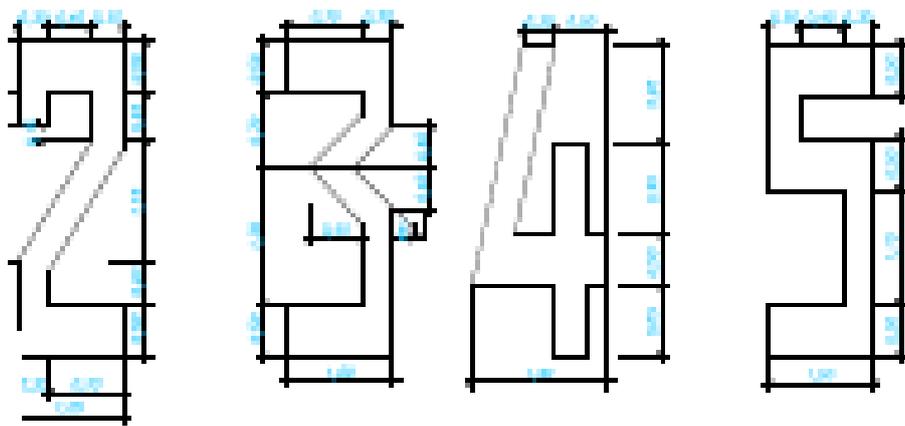


TABELA 27 – NOTAS DE SERVIÇO – ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

NOTAS DE SERVIÇO - FAIXAS DE SINALIZAÇÃO HORIZONTAL				
ELEMENTO	ÁREA COR BRANCA (M2)		ÁREA COR AMARELA (M2)	
	CONTÍNUA	ZEBRADA	CONTÍNUA	ZEBRADA
BASE DEGIRO			236,06	
EIXO TAXY WAY			18,00	
BORDA DO PÁTIO			90,60	
PÁTIO - ACESSO			43,77	
PÁTIO DETALHES				5,55
BORDA TAXY WAY			18,00	
PONTO DE ESPERA				6,39
EIXO DA PISTA	356,20			
BORDA DA PISTA	2.132,00			
CABECEIRA DA PISTA		816,00		
NÚMEROS CABECEIRA DA PISTA		49,46		
PONTO DE VISADA		1.080,00		
TOTAL (M2)	2.488,20	1.945,46	406,43	11,94

17. PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Para proteção ambiental em toda a área preparada do sítio aeroportuário deverá ser plantada por Revestimento vegetal por semeadura a lanço manual de gramíneas e leguminosas com o objetivo de promover a revegetação do solo através da aplicação hidromecânica de uma massa pastosa composta por fertilizantes, sementes, camada protetora, adesivos e matéria orgânica, cujo traço característico é determinado pelas necessidades de nutrição da vegetação a ser introduzida.

A vegetação utilizada é o resultado da junção de plantas gramíneas e leguminosas de porte herbáceo e arbustivo dotado de alta rusticidade e fertilidade e com diversificado tempo de germinação e características vegetativas que permitem, inicialmente, a cobertura do solo além de promover a sua estabilização por um sistema radicular profundo e consistente.

18. PROJETO DE DRENAGEM

18.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A drenagem superficial contempla o dimensionamento das obras para drenar as águas precipitadas sobre as pistas e, quando pertinente, as contribuições provenientes de áreas próximas vinculadas às pistas, tais como áreas não ocupadas, pastagens, aterros, lotes e edificações adjacentes.

Possíveis contribuições provenientes de áreas externas, mais afastadas, distantes das pistas, poderão ser levadas em consideração no dimensionamento, desde que a drenagem dessas áreas externas se torne necessária à proteção do corpo estradal.

A drenagem subsuperficial tem finalidade de estabelecer o sistema que permite manter as águas de percolação do lençol freático afastados do pavimento, preservando as características do subleito e, portanto, a integridade da rodovia.

Para garantir o bom funcionamento do sistema de drenagem projetado e de forma a evitar problemas de enxurradas e erosões nessas avenidas, é de fundamental importância garantir o bom funcionamento dos dispositivos, procedendo-se à limpeza periódica de sarjetas, entradas e saídas d' água, caixas coletoras e tubulações e tomando-se providências para o dimensionamento e construção de obras complementares necessárias.

18.2. CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL

O sistema de drenagem superficial do acesso ao aeródromo de Novo Progresso é formado pela série de obras que permitem a captação e a disposição final do escoamento superficial presente nas pistas como resultado das chuvas excedentes.

Essas obras de drenagem têm por objetivo possibilitar o escoamento superficial na direção dos pontos de coleta ou captação, evitando inundações das pistas ou acúmulos de água parada e mesmo escoamentos muito rápidos que provoquem o desgaste acentuado na pavimentação por efeitos erosivos.

Para o trecho em estudo foi implantado o sistema de drenagem convencional, onde as águas oriundas da precipitação são captadas em Sarjetas e/ou meios-fios e conduzidas até às saídas d'água., bocas de lobo, poços de visita e/ou caixas coletoras localizadas nos bordos das pistas.

De acordo com as seções tipo das pistas e com o projeto geométrico, o sistema de drenagem superficial proposto para o trecho foi desenvolvido obedecendo às normas de projeto de drenagem de Rodovias.

Na definição dos dispositivos de drenagem utilizaram-se os padrões DNIT. Para o dimensionamento dos dispositivos foi considerada toda a área de contribuição da faixa de domínio.

Segundo a sua função os dispositivos de drenagem podem ser divididos nos seguintes grupos:

18.2.1. DRENAGEM DE TRANSPOSIÇÃO DE TALVEGUES

- I. Bueiros e
- II. Pontes.

18.2.2. DRENAGEM SUPERFICIAL:

- I. Valetas de proteção de corte;
- II. Valetas de proteção de aterro;
- III. Sarjetas de corte;
- IV. Sarjetas de aterro;
- V. Valeta do canteiro central;
- VI. Descidas d'água;
- VII. Saídas d'água;
- VIII. Caixas coletoras;
- IX. Bueiros de greide;
- X. Meio-fio;
- XI. Dissipadores de energia;

- XII. Escalonamento dos taludes;
- XIII. Corta-rios e
- XIV. Drenagem de alívio de muros de arrimo.

18.2.3. DRENAGEM DO PAVIMENTO:

- I. Camada drenante;
- II. Drenos rasos longitudinais;
- III. Drenos laterais de base ;
- IV. Drenos transversais;
- V. Drenagem Subterrânea ou Profunda;
- VI. Drenos profundos;
- VII. Drenos espinhas de peixe;
- VIII. Colchão drenante;
- IX. Drenos sub-horizontais;
- X. Valetões laterais e
- XI. Drenos verticais.

18.3.CADASTRO DAS OBRAS EXISTENTES

Como o projeto em estudo se desenvolve totalmente sobre a ligação atual, as obras de arte existentes foram cadastradas, mas não poderão ser aproveitadas.

18.4.PROJETO DE DRENAGEM SUPERFICIAL

A drenagem superficial de uma rodovia, tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao ponto de deságue seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade.

O projeto de drenagem superficial se baseia em dados fornecidos pelos Estudos Hidrológicos, Estudos Geotécnicos, pelo Projeto Geométrico, Projeto de Terraplenagem e Projeto de Pavimentação.

Neste capítulo, vamos expor a metodologia adotada e os resultados obtidos.

18.5. VERIFICAÇÃO HIDRÁULICA

O estudo da capacidade hidráulica das estruturas de drenagem superficial a implantar foi realizado considerando que a captação se daria à plena seção. Os dimensionamentos hidráulicos dos dispositivos foram realizados de acordo com a seguinte sistemática:

18.5.1. DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO PELO MÉTODO RACIONAL

$$Q_p = \frac{c \times i \times A}{36 \times 10^4}$$

Sendo:

Q_p = descarga de projeto, em m^3/s ;

c = coeficiente de escoamento superficial, adimensional;

i = intensidade de chuva, em cm/h ;

A = área de contribuição, em m^2 .

A área de contribuição pode ser formada por superfícies de diferentes coeficientes de escoamento superficial.

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad \text{e} \quad Q = AV$$

Neste caso, o valor do coeficiente de escoamento final a ser adotado foi determinado pela média ponderada dos valores de coeficientes de escoamento adotados, usando como peso, as respectivas larguras dos implúvios.

Considerando por exemplo, uma valeta de aterro, o valor do coeficiente de escoamento superficial será:

$$c = \frac{L_1 \times c_1 + L_2 \times c_2 + \dots + L_n \times c_n}{\sum_1^n L}$$

Sendo:

L1 = faixa da plataforma da rodovia que contribui para o dispositivo considerado;

L2 = largura da projeção horizontal equivalente do talude;

L3 = largura do terreno natural;

C1 = coeficiente de escoamento superficial da plataforma da rodovia;

C2 = coeficiente de escoamento superficial do talude;

C3 = coeficiente de escoamento superficial do terreno natural.

18.5.2. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE VAZÃO DOS DISPOSITIVOS PELA FÓRMULA DE MANNING, ASSOCIADA À EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE:

$$V = \frac{R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad \text{e} \quad Q = AV$$

Sendo:

V = velocidade de escoamento da água, em m/s;

R = raio hidráulico, em m;

I = declividade longitudinal do dispositivo, em m/m;

n = coeficiente de rugosidade de Manning, adimensional;

Q = vazão máxima permissível, em m³/s;

A = área molhada, em m².

Igualando-se a equação proposta pelo Método Racional e a fórmula de Manning, e considerando a área de implúvio como sendo igual a $A = L \times d$, tem-se:

$$\frac{c \times i \times L \times d}{36 \times 10^4} = \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{n} \quad \therefore$$

$$d = 36 \times 10^4 \times \frac{A \times R^{2/3} \times I^{1/2}}{c \times i \times L \times n}$$

Na equação acima, os valores de A, R e n são conhecidos, conforme a seção escolhida; os valores de c, i e L, são conhecidos, em função da chuva de projeto, dos tipos de superfícies e das características geométricas da rodovia.

A única variável existente é a declividade longitudinal (I).

Determina-se o comprimento crítico e estabelece-se a velocidade de escoamento para este comprimento.

Esta velocidade deve ser condicionada à velocidade limite de erosão do material utilizado no revestimento adotado para os dispositivos.

18.6. PLANILHAS DE CÁLCULOS - COMPRIMENTOS CRÍTICOS

A seguir são apresentados os cálculos dos comprimentos críticos de elementos de drenagem superficial.

18.6.1. TRANSPOSIÇÃO DE SEGMENTOS DE SARJETAS (II) – TSS-04

A transposição de segmentos de sarjeta, do tipo TSS-04 no caso, situa-se na transição da PPD para a taxi way. É adaptável a SZC-01

FIGURA 46 – DETALHES TSS-04

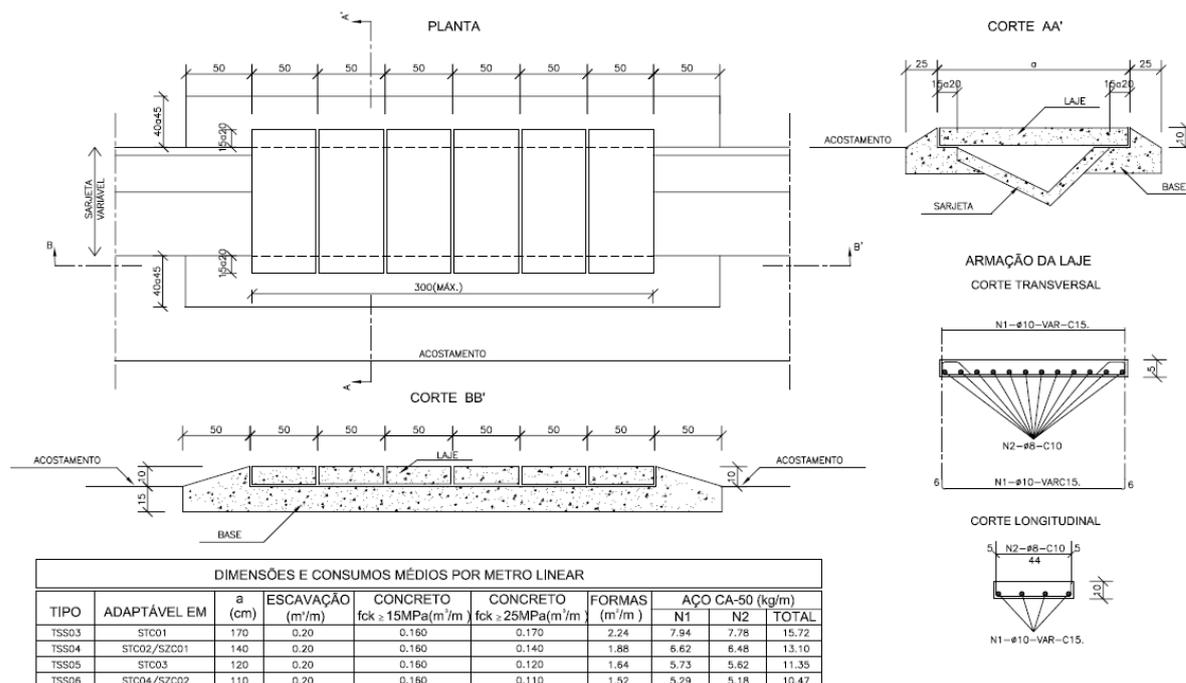
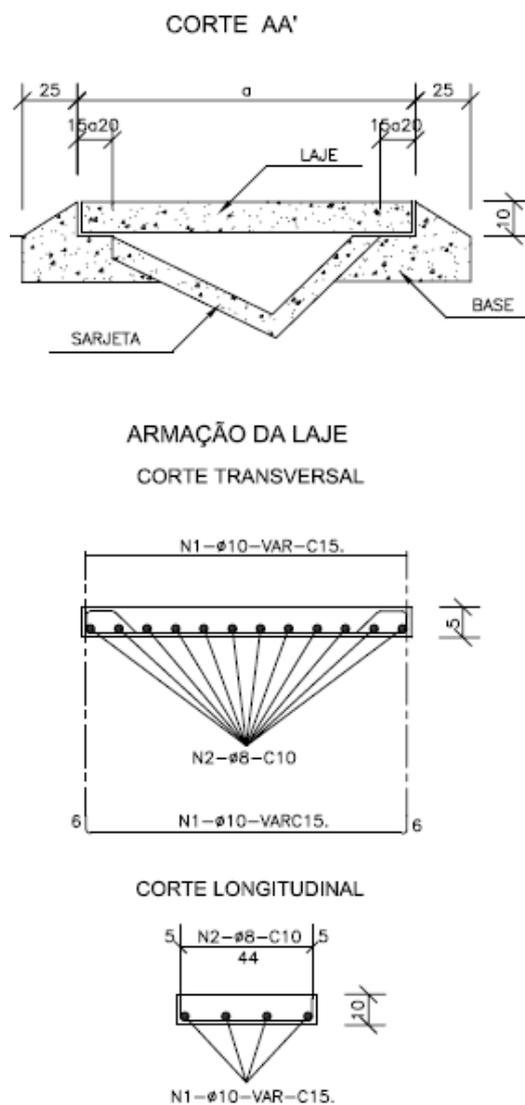


FIGURA 47 – DETALHES TSS-04 (2)

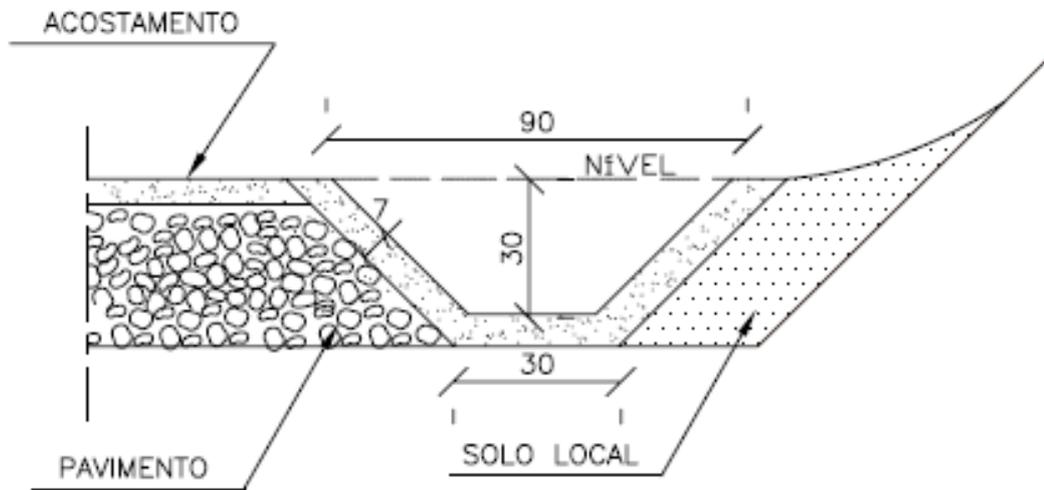


DIMENSÕES E CONSUMOS MÉDIOS POR METRO LINEAR									
TIPO	ADAPTÁVEL EM	a (cm)	ESCAVAÇÃO (m ³ /m)	CONCRETO		FORMAS (m ² /m)	AÇO CA-50 (kg/m)		
				fck ≥ 15MPa(m ³ /m)	fck ≥ 25MPa(m ³ /m)		N1	N2	TOTAL
TSS03	STC01	170	0.20	0.160	0.170	2.24	7.94	7.78	15.72
TSS04	STC02/SZC01	140	0.20	0.160	0.140	1.88	6.62	6.48	13.10
TSS05	STC03	120	0.20	0.160	0.120	1.64	5.73	5.62	11.35
TSS06	STC04/SZC02	110	0.20	0.160	0.110	1.52	5.29	5.18	10.47

18.6.2. SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO SZC-01

A sarjeta SZC-01 é utilizada para esgotamento do escoamento em transposição de segmentos em sarjeta. Localiza-se entre a PPD e a taxi way.

FIGURA 48 – SARJETA TRAPEZOIDAL DE CONCRETO SZV-01



CONSUMOS MÉDIOS	
CONCRETO $f_{ck} > 15\text{MPa}$	$0,076\text{m}^3/\text{m}$
GUIA DE MADEIRA (2,5cm x 10cm)	$0,68\text{m} / \text{m}$
ARGAMASSA ASFÁLTICA	$0,18\text{kg} / \text{m}$
ESCAVAÇÃO EM SOLO (EVENTUAL)	$< 0,28\text{m}^3/\text{m}$
SOLO LOCAL (EVENTUAL)	$< 0,20\text{m}^3/\text{m}$

18.6.3. SARJETAS DE CANTEIRO CENTRAL SCC-04

Estas sarjetas foram projetadas no sentido longitudinal da pista de pouso e decolagem – PPD, SCC-04; nas laterais da taxi way, foram projetadas as sarjetas SCC-04.

Na figura a seguir são apresentados os detalhes destes elementos de drenagem.

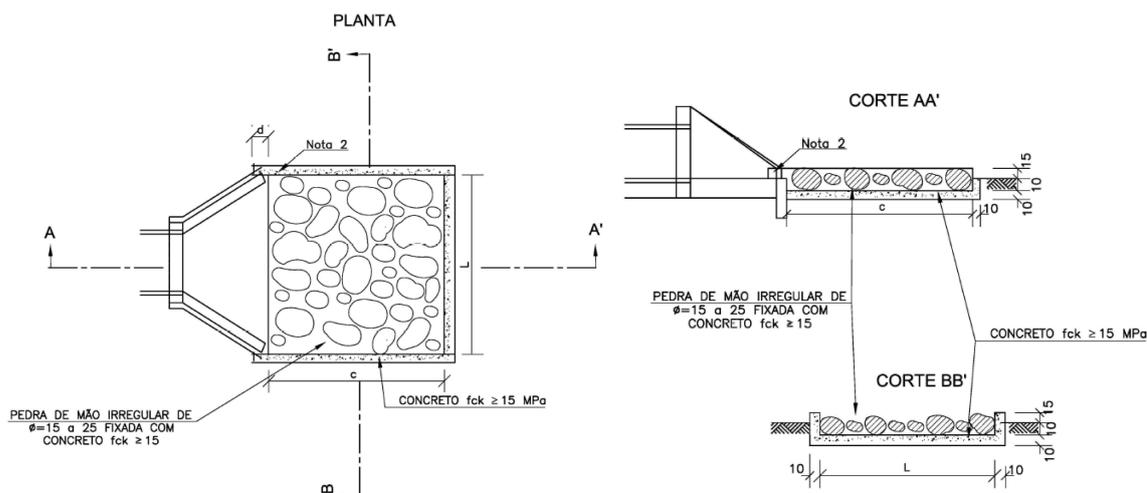
FIGURA 49 – SARJETA DE CANTEIRO CENTRAL DE CONCRETO SCC-04



18.6.4. DISSIPADOR DE ENERGIA PARA DESCIDAS D'AGUA – DEB-09

O dissipador de energia para descidas d'água do tipo DEB-09 é um dispositivo utilizado nas saídas de descidas d'água para quebra da energia cinética de condução hidráulica.

FIGURA 50 – DISSIPADOR DE ENERGIA – DEB-01



Os consumos médios deste dispositivo, são quantificados unidade de execução da seguinte maneira:

- I. Concreto = 4,69 m³

II. Formas = 15,30 m²

III. Pedra Fixada com Concreto = 4,01 m³ (Vazios = 40%)

IV. Escavação = 16,52 m³

Para este dispositivo não é feita verificação hidráulica, somente quando existe passivo ambiental eminente ou existente, somente a análise de posição e de geometria.

18.7.EXECUÇÃO DESCIDAS E ENTRADAS D'AGUA

O processo executivo aqui demonstrado, está em observação a Especificação de Serviço **Norma DNIT 021/2004**, que regulamenta a execução de Entradas e Descidas d'água, bem como controle tecnológico e critérios de medição da execução.

Para efeitos de definição:

- I. Descidas d'água: Dispositivos que possibilitam o escoamento das águas que se concentram em talvegues interceptados pela terraplanagem, e que vertem sobre os taludes de cortes ou aterros. Nestas condições, para evitar os danos da erosão, torna-se necessária a sua canalização e condução através de dispositivos, adequadamente construídos, de forma a promover a dissipação das velocidades e com isto, desenvolver o escoamento em condições favoráveis até os pontos de deságue, previamente escolhidos.
- II. Entradas D'água: Dispositivos destinados à transferência das águas captadas para canalizações ou outros dispositivos, possibilitando o escoamento de forma segura e eficiente.

Os dispositivos abrangidos por este modelo executivo serão executados de acordo com as indicações do projeto. Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER, que constam do Álbum de Projetos-Tipo de dispositivos de Drenagem.

Basicamente os dispositivos de drenagem serão executados em concreto de cimento, moldados "in loco" ou pré-moldados, devendo satisfazer as prescrições:

18.8.MATERIAIS

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT. O concreto de cimento, quando utilizado nos dispositivos, conforme especificação, deverá ser dosado racional e experimentalmente para uma resistência característica à compressão mínima (fck) min., aos 28 dias, de 15 MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma **NBR 6118/80**, além de atender ao que dispõe a norma **DNER-ES 330/97**.

18.9.EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- I. Caminhão basculante;
- II. Caminhão de carroceria fixa;
- III. Betoneira ou caminhão betoneira;
- IV. Motoniveladora;
- V. Pá-carregadeira;
- VI. Rolo compactador metálico;
- VII. Retroescavadeira ou valetadeira;

18.9.1. PROCESSO EXECUTIVO ADEQUADO

As entradas e descidas d'água de concreto deverão ser moldadas “in loco” atendendo ao disposto nos projetos específicos e desenvolvidas de acordo com as seguintes etapas:

- I. Escavação, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
- II. Para uniformização da base para apoio do dispositivo recomenda-se a execução de base de brita para regularização;

- III. Instalação das formas e cimbramento;
- IV. Lançamento, vibração e cura do concreto;
- V. Retirada das guias e das fôrmas laterais;
- VI. Preenchimento das juntas com argamassa cimento-areia, traço 1:3, em massa.

18.9.2. PROCESSO EXECUTIVO ALTERNATIVO

Opcionalmente, poderão ser adotados outros procedimentos executivos, através de elementos pré-moldados, envolvendo as seguintes etapas:

- I. Escavação do material situado nas adjacências do bordo do pavimento, obedecendo aos alinhamentos, cotas e dimensões indicadas no projeto;
 - II. Execução de base de brita para regularização e apoio;
 - III. Instalação e assentamento dos pré-moldados, de forma compatível com o projeto-tipo considerado;
- d) Rejuntamento com argamassa cimento areia, traço 1:3, em massa;

18.9.3. PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS

Durante a construção dos dispositivos de drenagem deverão ser preservadas as condições ambientais, exigindo-se, entre outros, os seguintes procedimentos:

- I. Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos.
- II. O material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água, de modo a não causar assoreamento.
- III. Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de modo a não promover a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.

- IV. Durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração,
- V. Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da DNER **ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental**, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

18.9.4. EXECUÇÃO DE DRENOS

O processo executivo aqui demonstrado, está em observação a Especificação de Serviço **Norma DNIT 016/2006**, que regulamenta a execução de Drenos Subterrâneos, bem como controle tecnológico e critérios de medição da execução.

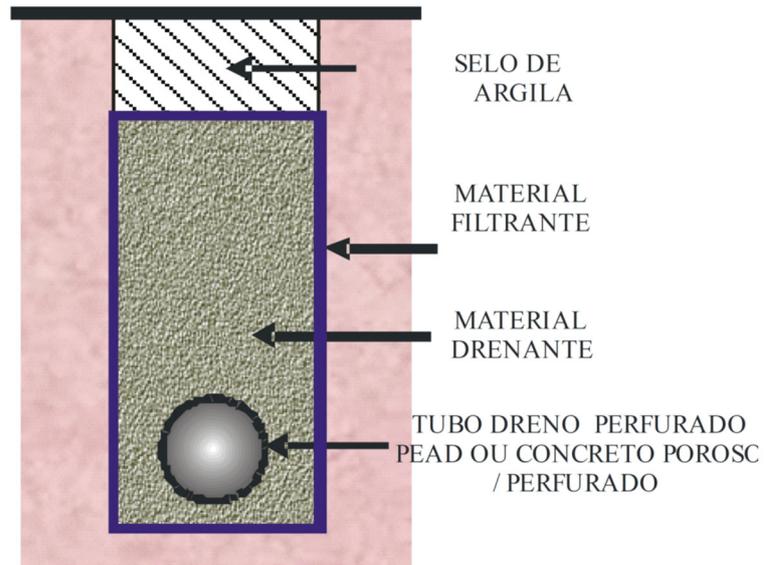
Para efeitos de definição:

Drenos subterrâneos: Dispositivos instalados nas camadas subsuperficiais das rodovias, em geral no subleito, de modo a permitir a captação, condução e deságue das águas que se infiltram pelo pavimento ou estão contidas no próprio maciço e que, por ação do tráfego e carregamento, comprometem a estrutura do pavimento e a estabilidade do corpo estradal.

Quanto à forma construtiva, os drenos poderão ser cegos ou com tubos e, devido à pequena profundidade, podem ser também designados como drenos rasos; recebem, ainda, designações particulares como dreno transversal ou dreno longitudinal de base.

A parte do dispositivo que exerce a função de captação em um sistema de drenagem subterrânea pode ser constituída por drenos cegos ou drenos tubulares, neste último caso utilizando tubos dreno em polietileno de alta densidade - PEAD - corrugados perfurados ou tubos dreno em concreto perfurado ou poroso. O conjunto de captação em um dreno é constituído basicamente pelos seguintes componentes: material filtrante, material drenante e condutor tubular, conforme ilustrado na figura a seguir:

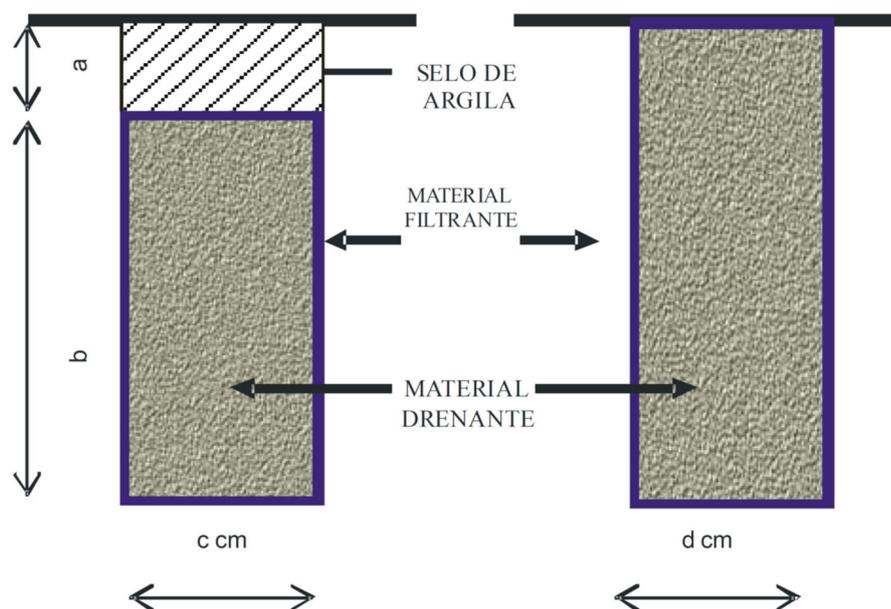
FIGURA 51 – DETALHE DE DRENO PROFUNDO



A parte da canalização que exerce a função de condução a partir do conjunto de captação até o deságue em um sistema de drenagem subterrânea pode ser constituída por drenos cegos ou tubos condutores não perfurados de PVC, PEAD, PRFV ou Concreto.

Dreno Cego: Dreno profundo constituído de cava e material de enchimento adequado de forma a possibilitar o fluxo intersticial, desprovido de condutores tubulares. O material filtrante poderá ser constituído de geotêxtil não tecido, ou areia que satisfaça a granulometria indicada no projeto.

FIGURA 52 – DETALHE DE DRENO CEGO



NOTA: dimensões “a”, “b”, “c” e “d” conforme orientações do Álbum de Projetos-tipo de Dispositivos de Drenagem ou outras detalhadas no projeto.

18.9.5. CONDIÇÕES GERAIS

Os drenos subterrâneos devem ser implantados durante o acabamento da terraplanagem, de modo a favorecer as condições construtivas.

Os drenos cegos poderão ser executados sob a forma de trincheira ou colchão, de acordo com as recomendações de projeto, adequando-se às condições geométricas e inclinação da área a ser esgotada.

Os drenos verticais de areia ou geossintéticos, cuja implantação é recomendada para os processos especiais de estabilização de maciço ou de camadas de terraplanagem, passíveis de deformações por ruptura ou adensamento, serão tratados em especificação própria, decorrente de indicação dos estudos geotécnicos.

Quando os alinhamentos forem muito longos, com extensões superiores a 80m, tornando extremamente complexa a limpeza dos drenos, mesmo por meio de processos mecânicos, deverá ser executadas caixas de passagem para permitir a limpeza dos drenos e facilitar sua manutenção.

Somente poderá ser realizado o fechamento das valas após a vistoria dos drenos instalados e a comprovação da sua operacionalidade, devendo ser mantido, durante todo o tempo da construção, o tamponamento dos tubos e a proteção das camadas intermediárias, para impossibilitar o entupimento das canalizações e a colmatação do material permeável.

No caso de colchões drenantes ou drenos cegos, quando serão utilizadas camadas de materiais com granulometria definida, não será permitida a mistura com materiais diferentes, de modo a garantir-se a permeabilidade de projeto, devendo tais materiais serem armazenados e depositados em pilhas ou em baias que impeçam sua contaminação.

Os dispositivos considerados nesta Norma abrangem aqueles integrantes do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem do DNER ou outros detalhados no projeto.

18.9.6. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

18.9.6.1. TUBOS

Os materiais utilizados na implantação dos drenos subterrâneos deverão satisfazer às exigências dos projetos específicos e às normas vigentes da ABNT e do DNIT, tanto no que se refere aos tubos, quanto aos materiais usados para o envolvimento dos drenos, filtros, geotêxteis não tecido e processos construtivos.

18.9.6.1.1. TUBOS DRENO PERFURADOS

Os tubos perfurados para drenos subterrâneos poderão ser corrugados de polietileno de alta densidade - PEAD ou lisos de concreto, com dimensões e características de resistência indicados no projeto, devendo satisfazer às especificações contidas no item 2 desta Norma.

18.9.6.1.2. TUBOS DRENO CORRUGADOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE - PEAD

Os tubos dreno PEAD deverão satisfazer aos requisitos impostos pelas especificações de materiais DNIT 093/2006 - EM: Tubo Dreno Corrugado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) para Drenagem Rodoviária citada no item 2 desta Norma.

18.9.6.1.3. TUBOS DRENO PERFURADOS DE CONCRETO OU DE CERÂMICA

Os tubos dreno perfurados de concreto ou de cerâmica deverão satisfazer aos requisitos

impostos pelas especificações de materiais da ABNT citadas no item 2 desta Norma.

18.9.6.1.4. TUBOS COLETORES (NÃO PERFURADOS)

Tubos coletores de policloreto de vinila - PVC, polietileno de alta densidade - PEAD ou Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro - PRFV

Quando forem utilizados os tubos de PVC ou PEAD, que poderão ser rígidos ou flexíveis e deverão atender às Normas NBR 7362, 7367/88, ABPE E/009, DNIT 094/2006 - EM e/ou NBR 7362. Os tubos coletores de PVC poderão utilizar conexões elásticas ou rosqueadas, desde que seja garantida a estanqueidade ou rigidez da conexão. Os tubos PEAD poderão utilizar conexão elástica com bolsa luva externa de modo a não comprometer a seção interna do tubo.

18.9.6.1.5. TUBOS COLETORES DE CONCRETO OU DE CERÂMICA

Os tubos coletores de concreto ou cerâmica deverão satisfazer aos requisitos impostos pelas especificações de materiais da ABNT citadas no item 2 desta Norma.

18.9.6.1.6. TUBOS COLETORES DE METAL

Quando forem utilizados tubos metálicos de ferro fundido, estes deverão atender à Norma NBR 8161/83.

18.9.6.1.7. TUBOS POROSOS DE CONCRETO

Os tubos porosos de concreto deverão ter seção circular, com circunferências concêntricas, interna e externamente, e encaixe do tipo macho e fêmea. Os tubos deverão atender às condições de resistência e porosidade prescritas, e não apresentar defeitos geométricos ou estruturais.

18.9.6.1.8. TUBOS DE CONCRETO DE CIMENTO

Os tubos a serem utilizados na construção dos drenos poderão ser construídos no canteiro das obras ou adquiridos em indústrias próximas, sendo exigíveis, em ambos os casos, todos os procedimentos de controle e acompanhamento do processo construtivo, de acordo com o que dispõe a Norma NBR 8890/03, para tubos de concreto armado, além de outros procedimentos, entre os relacionados adiante.

A resistência à ruptura e à permeabilidade devem obedecer às indicações da Tabela 1.

Os resultados individuais dos diversos ensaios, para cada diâmetro de tubo e para cada carregamento, ou inspeção na fábrica, deverão ser tabulados separadamente, de modo a mostrar a porcentagem de falhas em cada caso.

O ensaio de resistência à ruptura será ordinariamente aplicado a não menos que 75% das unidades fornecidas para ensaio.

Dever-se-á prever amostras para ensaio em quantidade igual ou maior do que 0,5% do número de tubos de cada diâmetro objeto do pedido. Em nenhum caso serão ensaiadas menos de duas unidades.

Os tubos serão fornecidos nos diâmetros e dimensões prescritas no quadro a seguir:

QUADRO 18 – RESISTÊNCIA À RUPTURA E À PERMEABILIDADE – TUBOS DE CONCRETO

Diâmetro Interno		Espessura Mínima do Tubo	Comprimento Mínimo	Profundidade mínima de encaixe	Resistência média (método dos três cutelos)	Permeabilidade Mínima do encaixe
pol	cm	cm	cm	cm	kg/cm	l/min/cm
4	10,2	2,5	30	2,2	14,9	0,5
6	15,2	2,5	30	2,5	16,4	0,7
8	20,3	3,2	30	3,2	19,3	1,0
10	25,4	3,5	45	3,3	20,8	1,3
12	30,5	3,8	45	3,8	22,3	1,5
15	38,1	4,4	45	3,8	26,0	1,9
19	48,3	5,1	90	4,8	29,8	2,3
21	53,3	5,7	90	5,1	32,8	2,6
24	61,0	6,4	90	6,4	35,7	3,0

QUADRO 19 – LIMITES PERMISSÍVEIS DE VARIAÇÃO

Diâmetros nominais internos		Limites permissíveis de variação		
pol	cm	Caimentos cm/cm	Comprimento cm	Espessura do Tubo cm
4	10,2	0,02	0,3	0,2
6	15,2	0,02	0,3	0,2
8	20,3	0,02	0,6	0,2
10	25,4	0,02	0,6	0,2
12	30,5	0,02	0,6	0,2
15	38,1	0,02	0,6	0,2
19	48,3	0,02	0,6	0,2
21	53,3	0,02	0,6	0,3
24	61,0	0,03	0,6	0,3

Os tubos não deverão apresentar trincas ou fraturas tanto no seu corpo como nas bocas. Os tubos não deverão apresentar deformações, em alinhamento, de mais de 0,3cm, num comprimento de 30cm. Os planos das extremidades deverão apresentar-se em esquadro com o eixo longitudinal. Os tubos estarão sujeitos à inspeção, na fábrica, nos depósitos ou nas valas e, sempre que possível com inspeção visual após o assentamento, de modo a constatar-se a estanqueidade e a integridade da tubulação.

O objetivo da inspeção visual será rejeitar os tubos que, independentemente dos ensaios físicos aqui especificados, não atendam às exigências desta Norma.

18.9.6.2. MATERIAL FILTRANTE

O material filtrante deverá satisfazer à granulometria indicada no projeto e, quando não especificada, às seguintes condições.

- I. Solos com mais de 35% passando pela peneira de 0,075mm (nº200):
 - a. material de Envolvimento do Tubo:

QUADRO 20 – CARACTERÍSTICA DO MATERIAL DE ENVOLVIMENTO DO TUBO

Peneiras (mm)	%, em massa, passando
19,0	85 max.
9,5	60 min.
2,0	15 min.
0,42	15 max.

b. material de enchimento da vala de drenagem:

QUADRO 21 – CARACTERÍSTICA DO MATERIAL DE ENCHIMENTO DA VALA

Peneiras (mm)	%, em massa, passando
9,5	60 min.
2,0	15 min.
0,42	15 max.

II. Solos com menos de 35% passando na peneira de 0,075mm (nº 200):

a. material de envolvimento do tubo:

QUADRO 22 – CARACTERÍSTICA DO MATERIAL DE ENVOLVIMENTO DO TUBO (1)

Peneiras (mm)	%, em massa, passando
38,0	60 max.
19,0	85 min.
9,5	15 min.
2,0	15 max.

b. material de preenchimento da vala de drenagem:

QUADRO 23 – CARACTERÍSTICA DO MATERIAL DE ENCHIMENTO DA VALA (1)

Peneiras (mm)	%, em massa, passando
38,0	60 max.
9,5	15 min.
2,0	15 max.

III. O material filtrante para envolvimento e o material de enchimento para os drenos subterrâneos construídos com tubos porosos de concreto deverão consistir de partículas limpas, resistentes e duráveis de areia, pedregulho ou pedra britada, isentos de matéria orgânica, torrões de argila ou outros materiais deletérios. O material filtrante deverá obedecer à seguinte faixa granulométrica:

QUADRO 24 – CARACTERÍSTICA DO MATERIAL FILTRANTE

Peneiras (mm)	%, em massa, passando
9,5	100
4,8	95 - 100
1,2	45 - 80
0,3	10 - 30
0,15	2 - 10

- IV. Os materiais naturais utilizados para execução de camada filtrante poderão ser substituídos por manta sintética cuja especificação será a recomendada pelo fabricante. A utilização da manta geotêxtil não tecido (sintética), entretanto, caso não tenha sido especificada no projeto, deverá ser previamente analisada por meio de estudo específico.

18.9.6.3. MATERIAL DE REJUNTAMENTO

O material de rejuntamento a ser empregado para tubos de concreto será argamassa de cimento e areia, no traço de 1:4, em massa, obedecendo ao que dispõe a Especificação **DNER-ES 330/97**. O material para junção de tubos dreno de PEAD será a luva de emenda, conforme detalhado nas especificações de materiais **DNIT 093/2006 - EM: Tubo Dreno Corrugado de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) para Drenagem Rodoviária** citada no item 2 da Norma.

18.9.7. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

Recomendam-se, no mínimo, os seguintes equipamentos:

- I. Caminhão basculante;
- II. Caminhão de carroceria fixa;
- III. Betoneira ou caminhão betoneira;
- IV. Motoniveladora;
- V. Pá carregadeira;

- VI. Rolo compactador metálico;
- VII. Retroescavadeira ou valetadeira;
- VIII. Guinchos ou caminhões com grua ou “Munck”;
- IX. Serra elétrica para formas.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço, de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

18.9.8. EXECUÇÃO

As valas deverão ser escavadas de acordo com a largura, o alinhamento e as cotas indicados no projeto.

Os tubos de tipo e dimensões requeridas deverão ser assentados em berços, adequadamente compactados e acabados, de modo a serem preservadas as cotas de projeto perfeitamente estáveis para o carregamento previsto.

O material de envolvimento dos drenos deverá ser firmemente adensado, adotando-se compactador vibratório, de modo a garantir a imobilidade dos tubos, as espessuras das camadas e a perfeita graduação granulométrica dos materiais drenante e filtrante.

As juntas da ponta e da bolsa deverão ser colocadas de modo que as bolsas fiquem voltadas para o lado ascendente da declividade.

A parte superior da vala deverá então ser preenchida com material argiloso, caso indicado no projeto, cuidando-se quando da utilização de bases granulares para que haja a continuidade de permeabilidade, de modo a favorecer o esgotamento das águas que, por infiltração, possam ficar retidas na camada.

Todos os materiais de enchimento deverão ser compactados com equipamentos vibratórios e na umidade adequada para o perfeito adensamento das camadas

Nas extremidades de saída das valas deverão ser instalados tubos ou terminais, em conformidade com as indicações do projeto.

18.9.9. PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS

Durante a execução dos drenos subterrâneos deverão ser preservadas as condições ambientais, exigindo-se, entre outros, os seguintes procedimentos:

a) Todo o material excedente de escavação ou sobras, deverá ser removido das proximidades dos drenos de modo a não provocar a sua colmatagem.

b) O material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água de modo a não causar assoreamento e / ou entupimentos nos sistemas de drenagem naturais ou implantados em função das obras.

c) Nos pontos de deságue dos drenos, deverão ser executadas obras de proteção, de modo a não promover a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água.

d) Como em geral as águas subterrâneas afetam os mananciais locais, a Fiscalização verificará se os posicionamentos, caimentos e deságues dos drenos obedecem ao projeto. Caso necessário, em função das condições locais, o projeto poderá ser alterado, de acordo com a Fiscalização.

e) Especial atenção deverá ser dada à manutenção da estabilidade dos maciços onde são instalados os drenos subterrâneos. Após a implantação dos dispositivos estes maciços deverão ser monitorados, para verificação do surgimento de escorregamentos ou desagregações em função da alteração do nível do lençol freático.

f) Durante o desenrolar das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais, de modo a evitar a sua desfiguração.

g) Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da **DNER ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental**, referentes ao escoamento das águas, e proteção contra a erosão, captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais. Durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração;

18.10.EXECUÇÃO MEIO FIO DE CONCRETO

O processo executivo aqui demonstrado, está em observação a Especificação de Serviço **Norma DNIT 020/2006**, que regulamenta a execução de Guias e Meios-Fios, bem como controle tecnológico e critérios de medição da execução.

Para efeitos de definição:

- I. Meio-Fio: Limitadores físicos da plataforma rodoviária, com diversas finalidades, entre as quais, destaca-se a função de proteger o bordo da pista dos efeitos da erosão causada pelo escoamento das águas precipitadas sobre a plataforma que, decorrentes da declividade transversal, tendem a verter sobre os taludes dos aterros. Desta forma, os meios-fios têm a função de interceptar este fluxo, conduzindo os deflúvios para os pontos previamente escolhidos para lançamento.
- II. Guias: Dispositivos com a função de limitar a área da plataforma dos terrenos marginais, principalmente em segmentos onde se torna necessária a orientação do tráfego como: canteiro central, interseções, obras-de-arte e outros pontos singulares, cumprindo desta forma importante função de segurança, além de orientar a drenagem superficial.

Os dispositivos abrangidos por este modelo executivo serão executados de acordo com as indicações do projeto. Na ausência de projetos específicos deverão ser utilizados os dispositivos padronizados pelo DNER, que constam do Álbum de Projetos-Tipo de dispositivos de Drenagem.

Basicamente os dispositivos de drenagem serão executados em concreto de cimento, moldados “in loco” ou pré-moldados, devendo satisfazer as prescrições:

18.10.1. MATERIAIS

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

18.10.2. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de

instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares.

18.10.3. PROCESSO EXECUTIVO ADEQUADO

A execução dos Meios-Fios e guias deveram obedecer a Especificação de serviço supracitada, de maneira mais usual (In loco com formas de madeira), ou de formas optativas (In loco com forma deslizante ou pré-moldado). De maneira geral, como recomendação, para garantir maior resistência dos meios-fios a impactos laterais, quando estes não forem contidos por canteiros ou passeios, serão aplicadas escoras de concreto magro, em forma de “bolas” espaçadas de 3,0m. Em qualquer dos casos o processo alternativo, eventualmente utilizado, será adequado às particularidades de cada obra.

18.10.4. PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS

Durante a execução dos dispositivos de drenagem deverão ser preservadas as condições ambientais, exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- I. Todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos;
- II. O material excedente removido será transportado para local pré-definido em conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água de modo a não causar assoreamento;
- III. Nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção de modo a não promover a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- IV. Durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração;
- V. Além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da **DNER-ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental**, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

18.11.EXECUÇÃO SARJETAS E VALETAS

O processo executivo aqui demonstrado, está em observação a Especificação de Serviço Norma **DNIT 018/2006**, que regulamenta a execução de Sarjetas e valetas, bem como controle tecnológico e critérios de medição da execução.

Para efeitos de definição:

- I. Sarjetas são dispositivos de drenagem longitudinal construídos lateralmente às pistas de rolamento e às plataformas dos escalonamentos, destinados a interceptar os deflúvios, que escoando pelo talude ou terrenos marginais podem comprometer a estabilidade dos taludes, a integridade dos pavimentos e a segurança do tráfego, e geralmente têm, por razões de segurança, a forma triangular ou semicircular.
- II. Valetas são dispositivos localizados nas cristas de cortes ou pés de aterro, consequentemente afastados das faixas de tráfego, com a mesma finalidade das sarjetas, mas que por escoarem maiores deflúvios ou em razão de suas características construtivas têm em geral a forma trapezoidal ou retangular.

As sarjetas e valetas especificadas referem-se a cortes, aterros e ao terreno natural, marginal à área afetada pela construção, que por ação da erosão poderão ter sua estabilidade comprometida. Os dispositivos abrangidos por esta Norma serão construídos de acordo com as dimensões, localização, confecção e acabamento determinados no projeto. Na ausência de projeto específico deverão ser utilizados os dispositivos padronizados que constam do Álbum de projetos-tipo de dispositivos de drenagem do DNER.

18.11.1. MATERIAIS

Todo material utilizado na execução deverá satisfazer aos requisitos impostos pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT.

18.11.1.1. CONCRETO DE CIMENTO

O concreto quando utilizado nos dispositivos que especificam este tipo de revestimento deverá ser dosado racionalmente e experimentalmente, para uma resistência característica à compressão mínima ($f_{ck;min}$), aos 28 dias, de 15MPa. O concreto utilizado deverá ser preparado de acordo com o prescrito na norma **NBR 6118/03**, além de **DNIT 018/2006-**

ES e atender ao que dispõem as especificações do **DNER – ES 330/97**.

18.11.1.2. REVESTIMENTO VEGETAL

Quando recomendado o revestimento vegetal, poderão ser adotadas as alternativas de plantio de grama em leivas ou mudas, utilizando espécies típicas da região da obra, atendendo às especificações próprias. Poderá ser também feito o plantio por meio de hidro-semeadura, no caso de áreas maiores.

18.11.2. EQUIPAMENTOS

Os equipamentos necessários à execução dos serviços serão adequados aos locais de instalação das obras, atendendo ao que dispõem as prescrições específicas para os serviços similares. Recomendam-se, como mínimo, os seguintes equipamentos:

- I. caminhão basculante;
- II. caminhão de carroceria fixa;
- III. betoneira ou caminhão betoneira;
- IV. motoniveladora;
- V. pá-carregadeira;
- VI. rolo compactador metálico;
- VII. retroescavadeira ou valetadeira.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado, antes do início da execução do serviço de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

18.11.3. EXECUÇÃO

18.11.3.1. SARJETAS E VALETAS REVESTIDAS DE CONCRETO

As sarjetas e valetas revestidas de concreto poderão ser moldadas “in loco” ou pré-moldadas atendendo ao disposto no projeto ou em consequência de imposições construtivas.

A execução das sarjetas de corte deverá ser iniciada após a conclusão de todas as operações de pavimentação que envolvam atividades na faixa anexa à plataforma cujos trabalhos de regularização ou acerto possam danificá-las.

No caso de banquetas de escalonamentos e valetas de proteção, quando revestidas, as sarjetas serão executadas logo após a conclusão das operações de terraplanagem, precedendo a operação de plantio ou colocação de revestimento dos taludes.

O preparo e a regularização da superfície de assentamento serão executados com operação manual envolvendo cortes, aterros ou acertos, de forma a atingir a geometria projetada para cada dispositivo. No caso de valetas de proteção de aterros ou cortes admite-se, opcionalmente, a associação de operações manual e mecânica, mediante emprego de lâmina de motoniveladora, pá carregadeira equipada com retroescavadeira ou valetadeira adequadamente dimensionada para o trabalho.

Os materiais empregados para camadas preparatórias para o assentamento das sarjetas serão os próprios solos existentes no local, ou mesmo, material excedente da pavimentação, no caso de sarjetas de corte.

Em qualquer condição, a superfície de assentamento deverá ser compactada de modo a resultar uma base firme e bem desempenada. Os materiais escavados e não utilizados nas operações de escavação e regularização da superfície de assentamento serão destinados a bota-fora, cuja localização será definida de modo a não prejudicar o escoamento das águas superficiais.

Para as valetas, os materiais escavados serão aproveitados na execução de uma banqueta de material energicamente compactado junto ao bordo de jusante da valeta de proteção do corte ou de modo a conformar o terreno do aterro, na região situada entre o bordo de jusante da valeta de proteção e o “off-set” do aterro.

Para marcação da localização das valetas serão implantados gabaritos constituídos de guias de madeira servindo de referência para concretagem, cuja seção transversal corresponda às dimensões e forma de cada dispositivo, e com a evolução geométrica estabelecida no projeto, espaçando-se estes gabaritos em 3,0m, no máximo.

A concretagem envolverá um plano executivo, prevendo o lançamento do concreto em lances alternados. O espalhamento e acabamento do concreto serão feitos mediante o emprego de ferramentas manuais, em especial de uma régua que, apoiada nas duas guias adjacentes permitirá a conformação da sarjeta ou valeta à seção pretendida. A retirada das guias dos segmentos concretados será feita logo após constatar-se o início do processo de cura do concreto.

O espalhamento e acabamento do concreto dos segmentos intermediários será feito com apoio da régua de desempenho no próprio concreto dos trechos adjacentes.

A cada segmento com extensão máxima de 12,0m será executada uma junta de dilatação, preenchida com argamassa asfáltica. Quando especificado no projeto, será aplicado revestimento vegetal de forma a complementar o acabamento do material apiloado contíguo ao dispositivo.

As saídas d'água das sarjetas serão executadas de forma idêntica às próprias sarjetas, sendo prolongadas por cerca de 10m a partir do final do corte, com deflexão que propicie o seu afastamento do bordo da plataforma (bigodes).

Esta extensão deverá ser ajustada às condições locais de modo a evitar os efeitos destrutivos de erosão.

O concreto utilizado, no caso de dispositivos revestidos, deverá ser preparado em betoneira, com fator água/cimento apenas suficiente para alcançar trabalhabilidade e em quantidade suficiente para o uso imediato, não sendo permitido a sua redosagem.

18.11.3.2. SARJETAS E VALETAS COM REVESTIMENTO VEGETAL

A execução de sarjetas e valetas com revestimento vegetal se iniciará com o preparo e a regularização da superfície de assentamento, seguindo-se as mesmas prescrições apresentadas para os dispositivos com revestimento de concreto.

A disposição do material escavado atenderá, igualmente, ao disposto para sarjetas e valetas revestidas de concreto.

Concluída a regularização da superfície de assentamento e verificadas as condições de

escoamento será aplicada camada de terra vegetal, previamente selecionada e adubada de modo a facilitar a germinação da grama.

As leivas selecionadas serão então colocadas sobre a camada de terra vegetal e compactadas com soquetes de madeira, recomendando-se o emprego de gramíneas de porte baixo, de sistema radicular profundo e abundante, nativas da região e podadas rentes, antes de sua extração.

O revestimento vegetal aplicado será periodicamente irrigado, até se constatar a sua efetiva fixação nas superfícies recobertas.

Durante o período remanescente da obra, ficará a cargo da executora a recomposição de eventuais falhas em que não tenha sido bem sucedido o plantio ou em locais onde se tenha constatado a danificação do revestimento vegetal aplicado.

18.11.3.3. SARJETAS E VALETAS NÃO REVESTIDAS

As sarjetas e valetas não providas de revestimento deverão ser utilizadas somente em locais em que se assegure a sua eficiência e durabilidade, ou em caso de obras provisórias ou desvios temporários de tráfego.

Por esta razão o seu uso restringe-se às áreas onde se associam moderadas precipitações e materiais resistentes à erosão ou segmentos com moderadas declividades. Sua execução compreende as operações descritas nos casos das sarjetas e valetas revestidas de concreto, acrescentando-se a obrigatoriedade da avaliação das suas características construtivas com a aplicação de gabaritos, de modo a se constatar que foram atendidas as dimensões, forma da seção transversal e a declividade longitudinal.

18.11.4. PREOCUPAÇÕES AMBIENTAIS

Durante a construção das obras deverão ser preservadas as condições ambientais exigindo-se, entre outros os seguintes procedimentos:

- I. todo o material excedente de escavação ou sobras deverá ser removido das proximidades dos dispositivos, evitando provocar o seu entupimento;
- II. o material excedente removido será transportado para local pré-definido em

conjunto com a Fiscalização cuidando-se ainda para que este material não seja conduzido para os cursos d'água de modo a não causar assoreamento;

- III. nos pontos de deságue dos dispositivos deverão ser executadas obras de proteção, para impedir a erosão das vertentes ou assoreamento de cursos d'água;
- IV. durante o desenvolvimento das obras deverá ser evitado o tráfego desnecessário de equipamentos ou veículos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração;
- V. caberá à Fiscalização definir, caso não previsto em projeto, ou alterar no projeto, o tipo de revestimento a adotar nos dispositivos implantados, em função das condições locais;
- VI. além destas, deverão ser atendidas, no que couber, as recomendações da **DNER-ISA 07- Instrução de Serviço Ambiental**, referentes à captação, condução e despejo das águas superficiais ou subsuperficiais.

18.12. NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM

Nos quadros seguintes são apresentadas as Notas de Serviço dos elementos de drenagem superficial (meios fios, entrada d'água, descidas d'água e dissipadores de energia).

QUADRO 25 – NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL (DEB-09)

NOTAS DE SERVIÇO - DISSIPADOR DE ENERGIA DEB 09					
LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	TIPO	QUANTIDADE (UNIDADE)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL				
0 +0,00	0 +0,00	LE	DEB-09	1,00	
0 +0,00	0 +0,00	LD	DEB-09	1,00	
7+10,00	7+10,00	LD	DEB-09	1,00	
80 +0,00	80 +0,00	LE	DEB-09	1,00	
80 +0,00	80 +0,00	LD	DEB-09	1,00	
TOTAL:				5,00	

QUADRO 26 – NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL (SCC 04)

NOTAS DE SERVIÇO - SCC 04					
LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	TIPO	EXTENSÃO (M)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL				
32 + 10,90	80 + 0,00	LD 007	SCC 04	949,10	
32 + 10,90	73 + 10,00	LD 004	SCC 04	832,00	
32 + 10,90	73 + 10,00	LD 003	SCC 04	724,21	
36 + 10,00	80 + 0,00	LD 008	SCC 04	846,68	
38 + 0,00		LD 009	SCC 04	80,00	
35 + 2,00		LD 010	SCC 04	80,00	
32 + 10,70	0 + 0,00	LD 005	SCC 04	713,31	
32 + 10,80	7 + 10,00	LD 001	SCC 04	593,28	
32 + 10,70	7 + 10,00	LD 006	SCC 04	647,79	
TOTAL:				5.466,37	

QUADRO 27 – NOTAS DE SERVIÇO DOS ELEMENTOS DE DRENAGEM SUPERFICIAL (TRANSPOSIÇÃO DE SARJETA TIPO II DNIT)

NOTAS DE SERVIÇO - TRANSPOSIÇÃO DE SARJETA TIPO II DNIT					
LOCALIZAÇÃO ESTACA		POSIÇÃO RELATIVA	TIPO	QUANTIDADE (METROS)	OBSERVAÇÕES
INICIAL	FINAL				
35 +14,00	37 +18,00	TAXY WAY		44,00	
TOTAL:				44,00	

18.13.REFERÊNCIAS NORMATIVAS

QUADRO 28 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Identificação	Referente	Justificativa
DNIT 021/2004 - ES	Drenagem - Entradas e descidas d'água. Especificação de serviço	Utilizada com guia para execução de dispositivos de entradas e Descidas D'agua.
DNIT 020/2006 - ES	Drenagem - Meios-fios e guias. Especificação de serviço	Utilizada com guia para execução de dispositivos de Meio-Fio.
DNIT 018/2006 - ES	Drenagem - Sarjetas e valetas. Especificação de serviço	Utilizada com guia para execução de dispositivos de Sarjetas e Valetas
DNIT 015/2006 - ES	Drenagem - Drenos subterrâneos - Especificação de serviço	Utilizada com guia para execução de dispositivos de Drenos
PUB. IPR – 715 - DNIT	Manual de Hidrologia Básica para Estrutura de Drenagem	Utilizada para cálculo das precipitações e intensidades utilizadas neste projeto.
PUB. IPR – 724 - DNIT	Manual de Drenagem de Rodovias	Utilizado como embasamento teórico para dimensionamento de obras de drenagem.
DNIT IS-203	Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos	Utilizado com parâmetro de aceitação do relatório produzido.
PUB. IPR – 736 - DNIT	Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem.	Utilizado como padrão de todos os dispositivos utilizados neste projeto.
PUB. IPR – 726 - DNIT	Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários.	Referência para Instruções de Serviço.