

**PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPIRACA**

CENTRO ADMINISTRATIVO ANTÔNIO ROCHA

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA

****

**PAVIMENTAÇÃO EM DIVERSAS RUAS NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA/AL.**

**TERMO DE COMPROMISSO: N° 5.135.00/2017**



**Arapiraca (AL)**

**JUNHO/2019**

“Eu sou o caminho, a verdade e a vida; ninguém vem ao Pai senão por mim.” João 14, 6

# EQUIPE DE PROJETO

## Engenharia Civil: Thiago Henrique Tavares L. Silva, CREA Nacional N.° 021372640-8

## Agrimensura: Júlio de Freitas Machado, CREA Nacional N.º 020866393-2

## Desenhos Técnicos: Alan Nunes de Oliveira

# SUMÁRIO

## [Equipe de Projeto ii](#_bookmark0) [Sumário iii](#_bookmark1) [Lista de Figuras iv](#_bookmark2)

1. [**Apresentação 1**](#_bookmark3)
2. [**Localização do Empreendimento 2**](#_bookmark4)
3. [**Caracterização Do Município**](#_bookmark6) **4**
   1. [**Informações Demográficas**](#_bookmark7) **4**
   2. [**Localização e Acesso**](#_bookmark8) **4**
   3. [**Clima Local**](#_bookmark12) **5**

## [Parâmetros do Projeto](#_bookmark13) 6

1. [**Estudo de Alternativas**](#_bookmark14) **7**
   1. [**Concepções das Alternativas**](#_bookmark15) **7**
   2. [**Análise Conclusiva da Alternativa Escolhida**](#_bookmark16) **8**

## [Memorial Descritivo](#_bookmark17) 8

* 1. [**Estudos Geométricos**](#_bookmark18) **8**
  2. [**Terraplenagem**](#_bookmark19) **8**
  3. [**Pavimentação**](#_bookmark20) **9**
  4. [**Drenagem**](#_bookmark21) **10**

## [Considerações Finais \_](#_bookmark22)10 [Referências Bibliográficas \_1](#_bookmark23)1 [Apêndices \_1](#_bookmark24)2

# LISTA DE FIGURAS

[Figura 1 - Localização do Empreendimento 02](#_bookmark5)

[Figura 2 - Estado de Alagoas - Localização do Município (Google Earth)](#_bookmark9) 04

[Figura 3 - Localização da Cidade (Google Earth)](#_bookmark10) 05

[Figura 4 - Mapa de Acesso Rodoviário (Google Earth)](#_bookmark11) 05

1. APRESENTAÇÃO

O [desenvolvimento](https://pt.wikipedia.org/wiki/Desenvolvimento_urbano) da cidade se deu principalmente nos anos de [1970](https://pt.wikipedia.org/wiki/1970), quando a cultura da produção de [fumo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabaco), o antigamente conhecido *"*Ouro Verde*"*, uma das principais atividades econômicas da época na região, elevou a cidade a categoria de [município](https://pt.wikipedia.org/wiki/Munic%C3%ADpio). Mas, atualmente, a cidade conta com várias empresas de grande porte e inúmeras empresas de pequeno porte que dão grande impulso na economia local.

Nota-se que a infraestrutura urbana do município em alguns locais está muito aquém da necessária para prover a comunidade de boa saúde, acesso adequado ao trabalho e conforto ambiental. O mesmo ocorre tanto na sede quanto nas áreas urbanas dos povoados do município. Neste aspecto, além de outros serviços, o município é carente de saneamento básico e pavimentação em algumas regiões.

Assim, em agosto de 2018, a Prefeitura Municipal de Arapiraca, por meio da Secretaria Municipal de Infraestrutura, realizou os estudos para elaboração dos projetos básicos para pavimentação de logradouros no município. O objetivo do projeto é promover ações para mitigação da problemática enfrentada pelos moradores de alguns bairros. Além dos habitantes da localidade, o empreendimento beneficiará indiretamente a população municipal, através do incremento da atratividade na realização de negócios com as comunidades beneficiadas, desenvolvendo avanço social e econômico ao município.

1. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os logradouros contemplados foram definidos por meio de avaliação técnica e econômica e em comum acordo com a política local. A localização, em coordenadas UTM, Datum WGS84, Zona 24L e os acessos às vias contempladas são os seguintes:

Plantas em anexo.

Lista de Ruas beneficiadas em anexo.

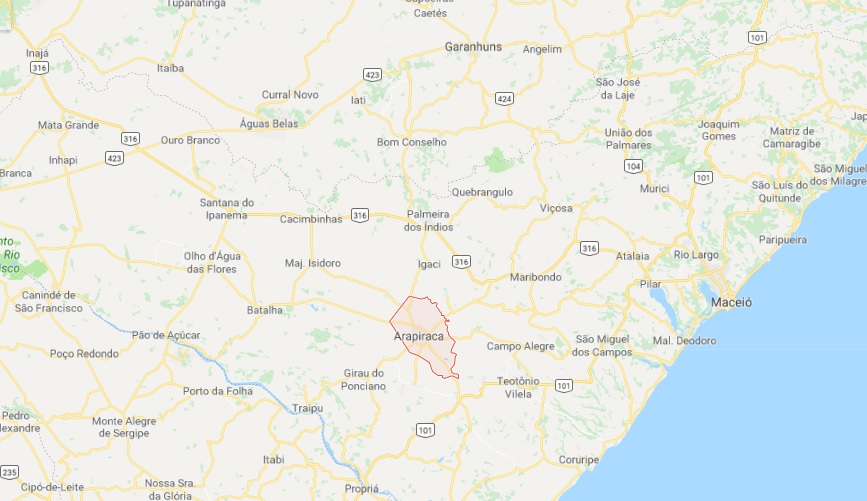
1. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO
   1. Informações Demográficas

Conforme consta no censo 2010 do IBGE, a população total residente do município é de 214.006 habitantes, e possui uma densidade demográfica de 600,83 hab/km², sendo considerado um município populoso. Atualmente, Arapiraca se destaca no cenário nacional por ser uma das cidades que mais gera empregos no País, conforme dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, divulgado pelo Ministério do Trabalho. Em 2015, Arapiraca foi a quarta maior geradora de empregos com carteiras assinada a nível nacional.

* 1. Localização e Acesso

O município está localizado no agreste do Estado de Alagoas ([Figura 2](#_bookmark9)), limitando-se com os municípios de Craíbas, Igaci, Coite do Noia, Limoeiro de Anadia, Junqueiro, São Sebastião, Lagoa da Canoa, e Feira Grande. A área municipal ocupa 345,655 km². O município está inserido na Mesorregião do Agreste Alagoano e na Microrregião de Arapiraca. Com temperatura média anual de 29,8ºC. A sede do município tem uma altitude média de 264 m 8.848.462 ([Figura 3](#_bookmark10)). A cidade está a 128 km de Maceió, capital do Estado, e têm acesso, via São Miguel dos Campos, através da rodovia AL-220 ([Figura 4](#_bookmark11)).

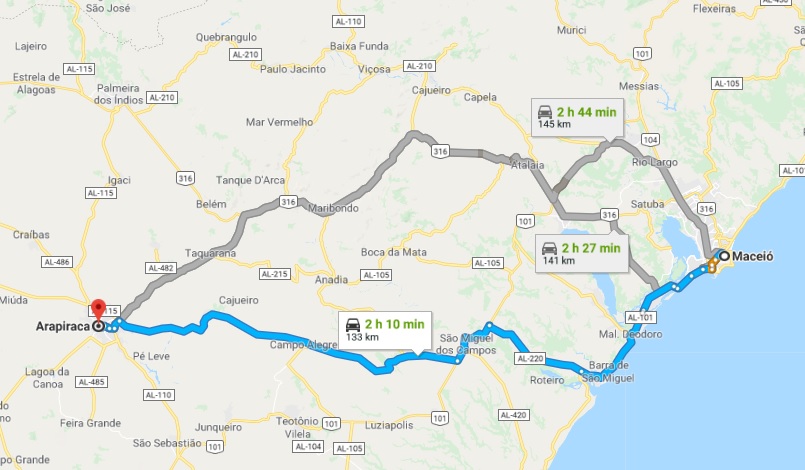
**Figura 02 - Estado de Alagoas - Localização do Município (Google Earth)**

****

**Figura 03 - Localização da Cidade (Google Earth)**

****

**Figura 04 - Mapa de Acesso Rodoviário (Google Earth)**

****

3.3 Clima Local

O município encontra-se, basicamente, numa região tropical com relativa quantidade de precipitação, porém, com uma estação seca bem definida (Barros et. al., 2012). Apresenta temperaturas médias variando, durante o ano, entre 22°C e 27°C. Com uma precipitação média anual de 1.116,2 mm, o período chuvoso tem início em março e se estende até setembro (Apêndice A). Segundo o sistema de Köppen, o clima do município é o tropical de savana com período seco no verão do hemisfério, clima tipo “As” (Wikipedia – The Free Encyclopedia, 2016).

1. PARÂMETROS DO PROJETO

Fluxo de veículos: é relativamente baixo. Específico para o transporte dos moradores da localidade.

As normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT estabelecem 5 classes técnicas para o projeto de rodovias rurais integrantes da rede nacional, a Classe IV (quatro), que é a classe de projeto mais limitado, correspondendo a projeto de rodovia em pista simples, sendo subdividida nas classes IV-A e IV-B; a Classe IV-A tem sua adoção recomendada para os casos em que a demanda, na data de abertura da rodovia ao tráfego, situa-se entre 50 e 200 vpd (veículos por dia), sendo a Classe IV-B reservada aos casos em que essa demanda resulte inferior a 50 vpd. Para está classe IV-B determina-se a largura da faixa de trânsito mínima absoluta é de 2,50 m.

Os logradouros a serem contemplados por este projeto situam-se em áreas consideradas como zonas urbanas. Sem embargo, as vias possuem pequeno fluxo de veículos a uma velocidade baixa (máxima de 40 km/h). Portanto, tratou-se como via urbana com pavimentação em paralelepípedo, também foi incluindo reforma da pavimentação asfáltica de duas ruas que são: Rua Nossa Senhora do Ó e Rua Senador Rui Palmeira.

Abaulamento é a inclinação transversal das faixas de trânsito (ou da pista), introduzida com o objetivo de forçar o escoamento das águas de superfície para fora da pista; no caso de pista dupla, não se trata de abaulamento propriamente dito, mas de inclinações transversais das pistas (que podem ser independentes). O acúmulo de água na pista poderia causar riscos aos usuários (eventualmente até a aquaplanagem de veículos transitando com excesso de velocidade), além de favorecer a infiltração de águas superficiais para as camadas inferiores do pavimento e para o subleito, (LEE, 2000).

As Normas do DNIT consideram adequada a utilização dos seguintes valores para o abaulamento, nos projetos de rodovias com os pavimentos convencionais, (DNER, 1999):

* revestimentos betuminosos com granulometria aberta: 2,5% a 3,0%;
* revestimentos betuminosos de alta qualidade (CAUQ): 2,0%;
* pavimento de concreto de cimento: 1,5%.

A pavimentação da pista em paralelepípedo será sobre leito de areia, que depois de compactada deverá apresentar espessura igual ou superior a 10 cm. O meio-fio que servirá como proteção para os veículos que trafegarem pelo acesso será assentado sobre concreto simples e deverá ser pintado com cal hidratada. Ele terá 15 cm de altura e 13 cm de largura.

Segundo o Departamento de Transporte do Estado de Montana dos Estados Unidos (Montana Department of Transportation – MDT), a declividade longitudinal mínima é de 0,5%, porém para trechos em corte, onde existe meio-fio admite-se até 0,4%. O abaulamento típico é de 2,0% para vias urbanas com meio-fio, sendo estes parâmetros usados no projeto.

Hidrologia:

Os estudos hidrológicos foram procedidos com a finalidade de identificar e qualificar as circunstâncias climáticas, pluviométricas e hídricas da área onde se localiza a área em estudo.

Os presentes estudos realizados de acordo com as normas técnicas vigentes, constaram dos serviços de coleta de dados, processamento dos dados coletados e suas devidas análises.

Realizou-se coleta de dados hidrológicos nos órgãos oficiais, coleta de dados bibliográficos disponíveis que possibilitou a caracterização climática, pluviométrica, pluviográfica e geomorfológica do trecho em estudo.

Realizou-se também a coleta de elementos para a definição das dimensões das áreas de contribuições.

Consistiu para conclusão do estudo hidrológico o processamento dos dados pluviométricos e fluviométricos que possibilitou o elenco de medidas necessárias ao dimensionamento hidráulico do sistema de drenagem.

**Coletas de Dados**

Coletaram-se junto ao órgão oficial fornecido pela SIH/ANA ‐ Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas, dados hidrológicos do local de estudo.

A coleta de dados para os estudos hidrológicos foi desenvolvida com a finalidade de permitir a caracterização climática e pluviométrica na área do projeto

A estação escolhida foi Arapiraca no município de Arapiraca ‐ Alagoas, por se mais próxima da área de estudo e apresentar série histórica mais representativa.

A Metodologia Empregada na Elaboração do Estudo Hidrológico em questão foi extraída basicamente das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários– 2006/DNIT/IPR, DNIT‐IS‐203.

**Regime Pluviométrico da Região**

Através de textos e dados coletados referentes ao clima, se buscam um entendimento desse fenômeno e a sua manifestação na área atravessada pela estrada, com precipitações, temperaturas, etc. Como se sabe a precipitação, por exemplo, é um fenômeno explicado pelo entendimento do clima, que depende este de fatores estáticos (topográficos, altitudes, longitudes, latitudes, presença de serras, vales, etc.) e de fatores dinâmicos como as correntes de circulação atmosférica (os anticiclones, as correntes perturbadas, etc.).

O estudo das precipitações é fundamental para um projeto, principalmente nos estudos dos seguintes tópicos:

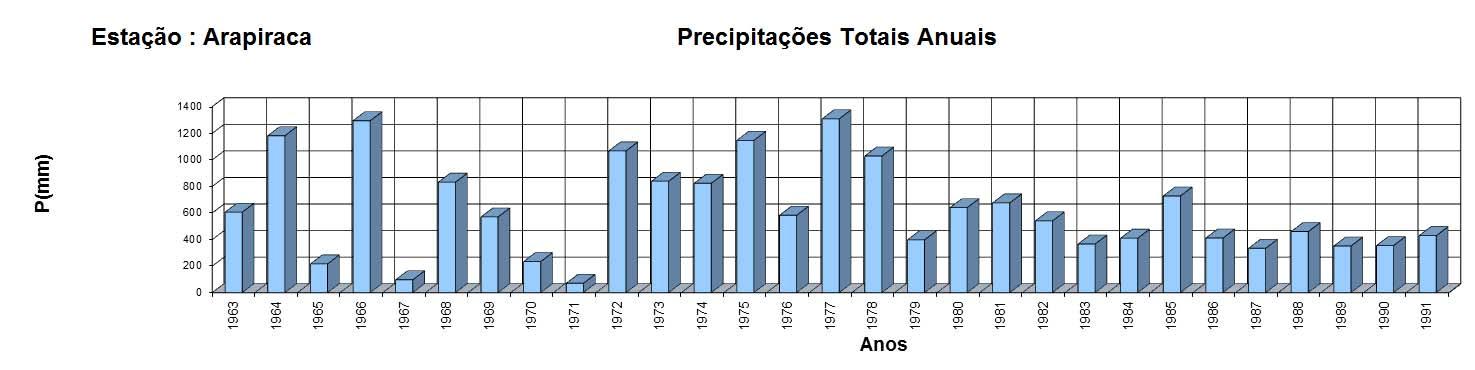
* Verificação das estatísticas de descarga (curva dupla acumulação) ou dedução dessas quando não há informações disponíveis;
* Levantamento da possibilidade de danos ambientais decorrentes do aumento do deflúvio superficial e do direcionamento das águas pluviais, como: erosões, assoreamentos, inundações, etc.;
* Planejamento da construção a fim de evitar interrupções de trabalho devido às chuvas ou inundações;
* Efeito sobre a umidade do solo-drenagem profunda.

Para definição do posto pluviométrico foi levado em conta os seguintes fatores:

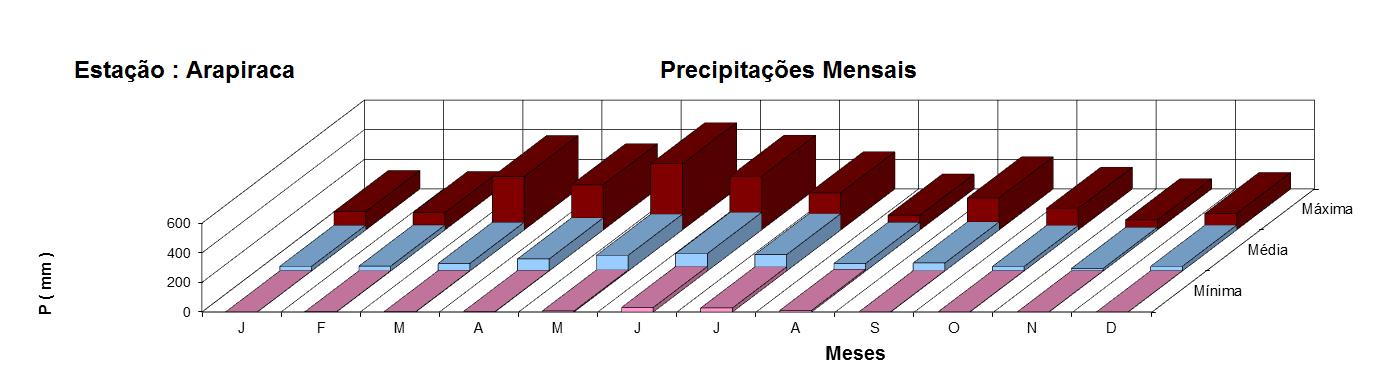
* Disponibilidade de dados seja em séries completas ou incompletas, durante o mesmo período;
* Proximidade geográfica com o local de estudo; Séries confiáveis.

Para a Estação Pluviométrica estudada, são apresentados abaixo os seguintes gráficos:

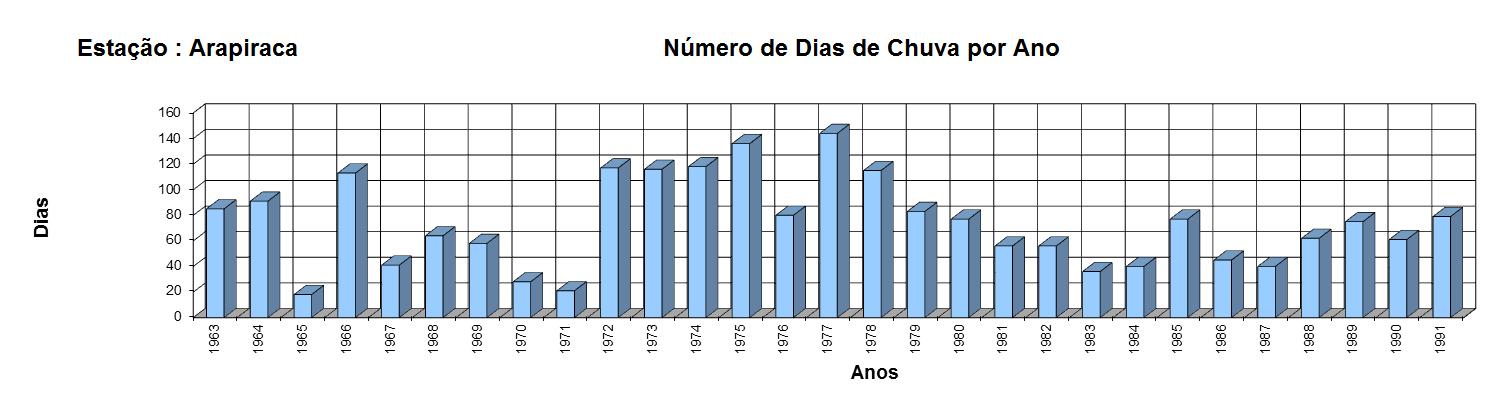
**GRÁFICO 1 – Precipitações Totais Anuais**



**GRÁFICO 2 – Precipitações Mensais**

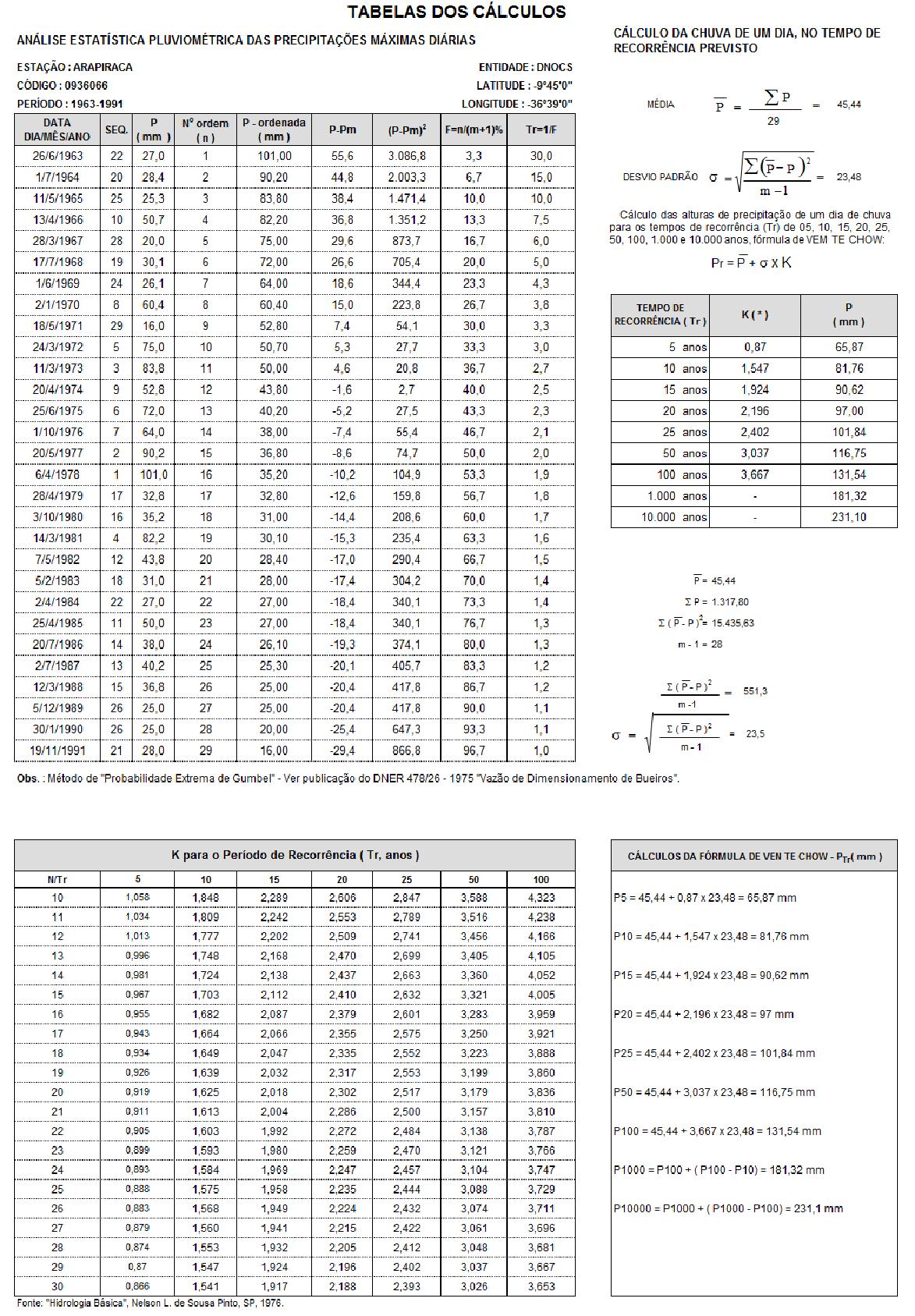


**GRÁFICO 3 - Número de Dias de Chuva por ano**



Para estudo estatístico escolheu-se a estação de Arapiraca (Arapiraca/AL), a qual define com segurança o regime pluviométrico da região e que tem séries históricas confiáveis. Segue abaixo Tabela dos Cálculos Estatísticos.

**TABELA 1 – Tabela dos Cálculos Estatísticos**



**Metodologia Utilizada na Determinação dos Valores de Precipitação, Duração e Freqüência de Chuvas.**

**Precipitações**

Com os dados coletados de chuva elaborou-se o presente estudo, visando à determinação das alturas para diferentes períodos de recorrência e diferentes durações.

A metodologia empregada foi o método de "Probabilidade Extrema de Gumbel" ‐ maiores detalhes, ver Manual de Hidrologia Básica para estruturas de drenagem, (IPR, PUBL., 715).

Para este estudo escolheu-se a maior altura de chuva em cada ano durante todo o período, para os postos estudados. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método das Isozonas.

Em 1951, Ven Te Chow, mostrou que a maioria das funções de freqüência empregadas em análises hidrológicas pode ser resolvida por equações do tipo: Xt = X +K σ .

O método de Gumbel é igualmente possível fazer, de acordo com Ven Te Chow:

Pr = P + K σ

Descrição dos índices usados nos cálculos, para análises pluviométricas:

Pr = precipitação à um certo período de recorrência;

P = Precipitação média;

K = Coeficiente que depende do numero de amostras tomadas e do período de recorrência. Valor tabelado por Weise e Reid;

σ = desvio padrão das máximas precipitações diárias anuais.

Cálculo para os períodos de recorrência, no cálculo utilizou‐se para cada ordem sua probabilidade aplicando a fórmula de Kimball:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| F = | n |  | 100. |  |
| m 1 | |  |
|  | , sendo |  |
|  |  |  |  |

F = Freqüência de vazões de enchentes observadas; n = Número de ordem, variável de 1 a n;

m = Números de anos observados;

1

Tr = F Tempo de recorrência.

**Avaliação das Relações Intensidade-duração-frequência**

Dada a necessidade de se avaliar as relações intensidade/duração/freqüência das chuvas de curta duração numa região onde as únicas informações disponíveis são as chuvas diárias, apresenta-se a seguir o método que permite avaliar as chuvas de curta duração a partir das chuvas de 24 horas.

* **Método das Isozonas**

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 extrapolação destes postos distantes até o local de projeto. O método utilizado para esta extrapolação é o das Isozonas, esta correlação permite, de maneira simples, a dedução da precipitação para os tempos de concentração necessários inferiores a 24 horas.

O trabalho do Eng. o Torrico partiu da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. Esta tendência significa que, em cada área homóloga, a relação entre as precipitações de 1 e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independe de alturas de precipitação.

A estas áreas homólogas, o autor denominou de Isozonas e elaborou o mapa, relacionando as alturas de precipitações máximas com duração de 1 a 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 10.000 anos e com duração de 6 minutos e 24 horas para tempo de recorrência de 5 a 100 anos.

**Descrição da metodologia adotada:**

A partir do estudo estatístico, citado anteriormente, calculou‐se para as estações em estudo, a chuva de um dia, no tempo de recorrência previsto.

Converteu-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.

Determinou-se no mapa apresentado a seguir, a isozona correspondente a região do projeto.

Em nosso estudo a isozona utilizada foi a Isozona B.

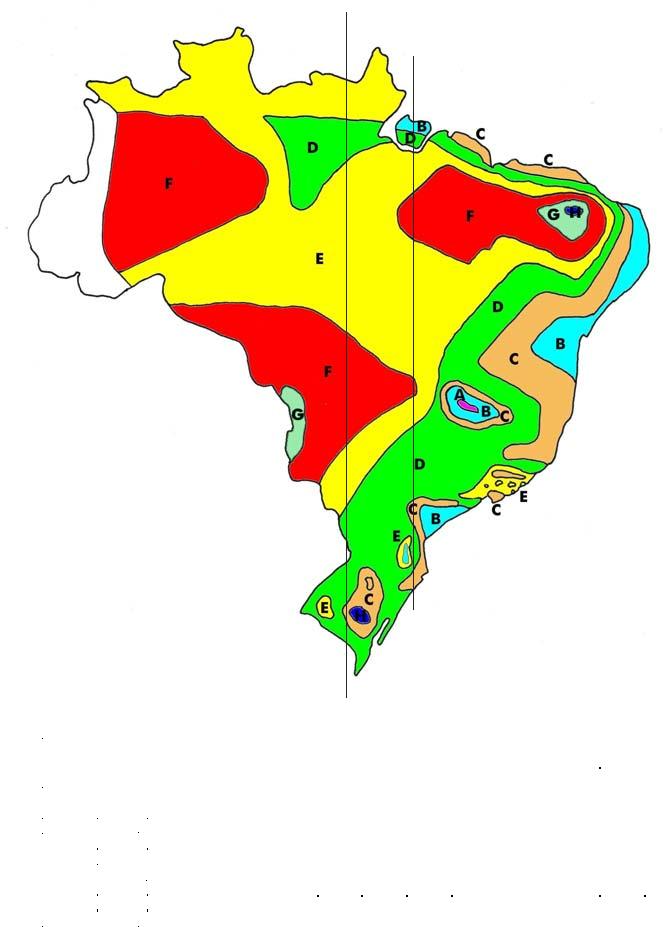
Após ter-se determinado a isozona, fixam‐se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora.

Após a determinação das alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos, para cada tempo de recorrência considerado, marcaram‐se estes valores no papel de probabilidade de Hershfield e Wilson, e ligando‐se os pontos marcados, obtiveram‐se as alturas de precipitação para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas.

Segue a apresentação do mapa das isozonas, quadro com os valores característicos.

**MÉTODO DAS ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | 70 | | | 66 | |  | 62 | |  |  | 58 | | | 54 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | o |  |  | o |  |  | o |  |  |  | o | |  | o |  | 4o | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 50 | | | |  |  |  | 46 | | |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o | |  |  |  |  |  |  | |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o |  |  |  | 0o | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | 42 | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | o | | |  |  | 38 | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  | o | |  |  |  | 4o |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | 8o |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  | o |  |
|  |  |  | 70 | | | 66 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  | 38 | | | |  |  |  |
|  |  |  | o | | | o | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  | o | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  | 16 | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  | o |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | 62 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | o | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  | 20 | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  | o |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  | 24o | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 58 | | |  |  |  |  |  |  |  |  | 46 | | |  |  | |  | 42 | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o | |  |  |  |  |  |  |  |  | O | | | |  | |  |  | | o | | |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 28 |  | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o |  | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 50 | | | |  | 32 | |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o | |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 54 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | o |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | | |  | |  |  | |  | | | |  | | | |  | |  | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | ZONA | | |  |  |  |  |  |  | 1 HORA/24 HORAS CHUVAS | | | | | | | | | | | | | | | |  | |  |  | |  |  |  | **6min. – 24h** | | | | | |  |
|  |  |  | 8 | |  | 10 |  | 15 | |  | 20 | | 25 | 30 | |  | 50 | |  |  | 100 | | |  | 1000 |  | | | | 10000 | | | 5-50 | | | | 100 | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | |  |
|  |  |  | A |  |  |  | 36,2 | | 35,8 | | 35,6 | |  | 35,6 | | 35,4 | 36,3 | |  | 35 | |  |  | 34,7 | | |  | 33,6 |  | | | | 32,5 | | | 7 | | | | 6,3 | |  |
|  |  |  | B |  |  |  | 38,1 | | 37,8 | | 37,5 | |  | 37,5 | | 37,3 | 37,2 | |  | 36,9 | | |  | 36,6 | | |  | 35,4 |  | | | | 34,3 | | | 8,4 | | | | 7,5 | |  |
|  |  |  | C |  |  |  | 40,1 | | 39,7 | | 39,5 | |  | 39,5 | | 39,2 | 39,1 | |  | 38,6 | | |  | 38,4 | | |  | 37,2 |  | | | | 36,2 | | | 8,8 | | | | 8,5 | |  |
|  |  |  | D |  |  |  | 42 | | 41,8 | | 41,4 | |  | 41,2 | | 41.1 | 41 | |  | 40,7 | | |  | 40,3 | | |  | 39 |  | | | | 37,3 | | | 11,2 | | | | 10 | |  |
|  |  |  | E |  |  |  | 44,9 | | 43,6 | | 43,3 | |  | 43,2 | | 43 | 42,9 | |  | 42,6 | | |  | 42,2 | | |  | 40 |  | | | | 39,6 | | | 12,6 | | | | 11,2 | |  |
|  |  |  | F |  |  |  | 46 | | 45,6 | | 45,3 | |  | 45,1 | | 44,9 | 44,7 | |  | 44,5 | | |  | 44,1 | | |  | 42,7 |  | | | | 41,3 | | | 13,2 | | | | 12,4 | |  |
|  |  |  | G |  |  |  | 47,9 | | 47,6 | | 47,2 | |  | 47 | | 46,6 | 46,7 | |  | 46,7 | | |  | 45,1 | | |  | 44,5 |  | | | | 43,,1 | | | 15,4 | | | | 13,7 | |  |
|  |  |  | H |  |  |  | 49,9 | | 49,4 | | 49,1 | |  | 48,9 | | 48,8 | 48,5 | |  | 48,3 | | |  | 47,8 | | |  | 46,5 |  | | | | 44,8 | | | 16,7 | | | | 14,9 | |  |



**Conclusões**

Pela análise dos dados conclui-se que:

A estação de Arapiraca no Município de Arapiraca/Alagoas tem um período de observação de 29 anos (1963 – 1991), tem maior proximidade média com o trecho e por apresentar valores maiores de precipitações. Representa a pluviometria da região, portanto, foi escolhida para fornecer os dados de precipitações para dimensionamentos e verificações hidráulicas das obras de drenagem do trecho.

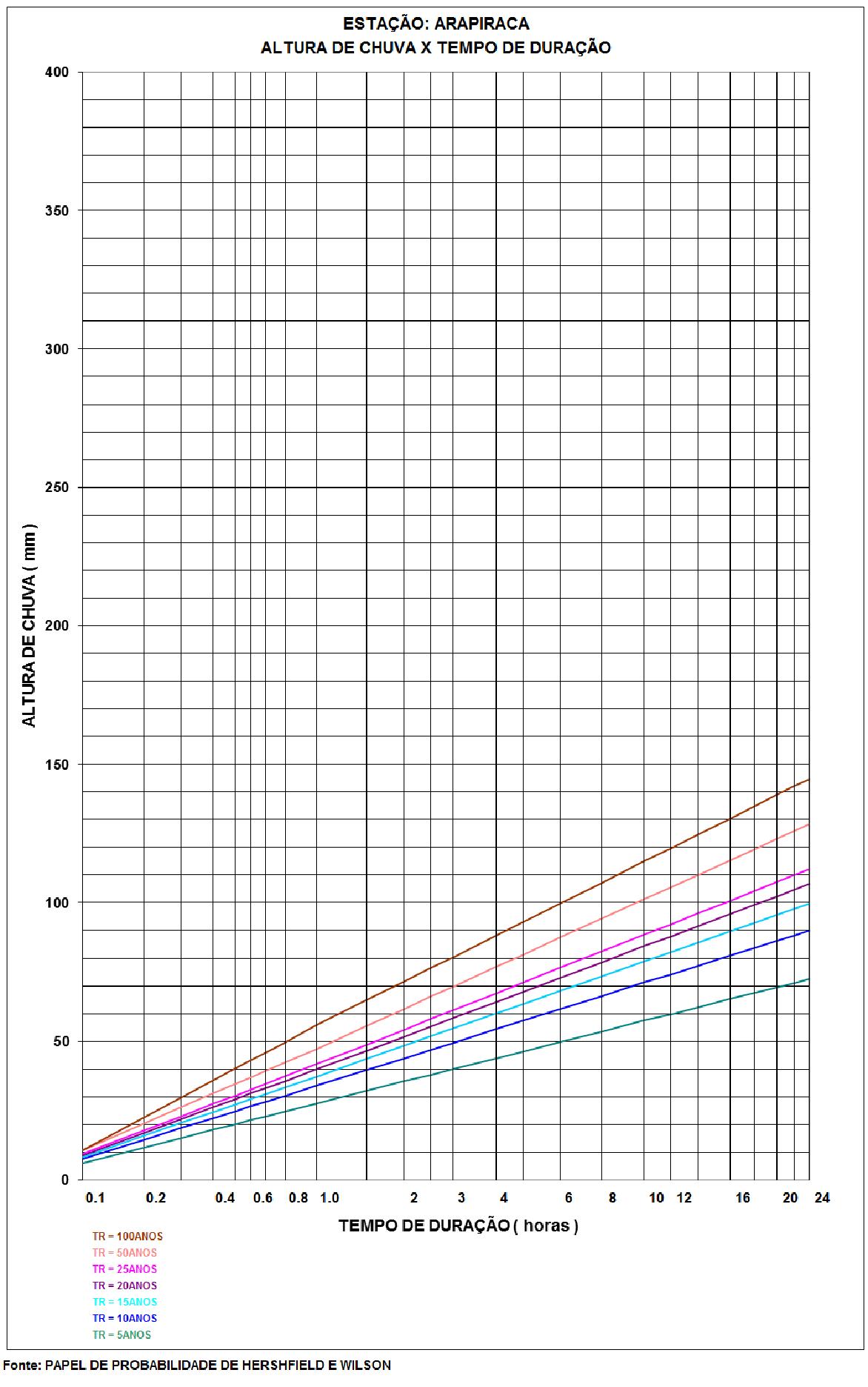
A seguir apresentam-se o Quadro de Precipitações e Intensidade em função da Duração da Precipitação e do Tempo de Recorrência e os gráficos contendo as relações entre altura de chuva, tempo de duração e tempo de recorrência, para a distribuição de chuvas para o trecho em estudo, para a Estação de Arapiraca.

**Quadro de Precipitação e Intensidade**

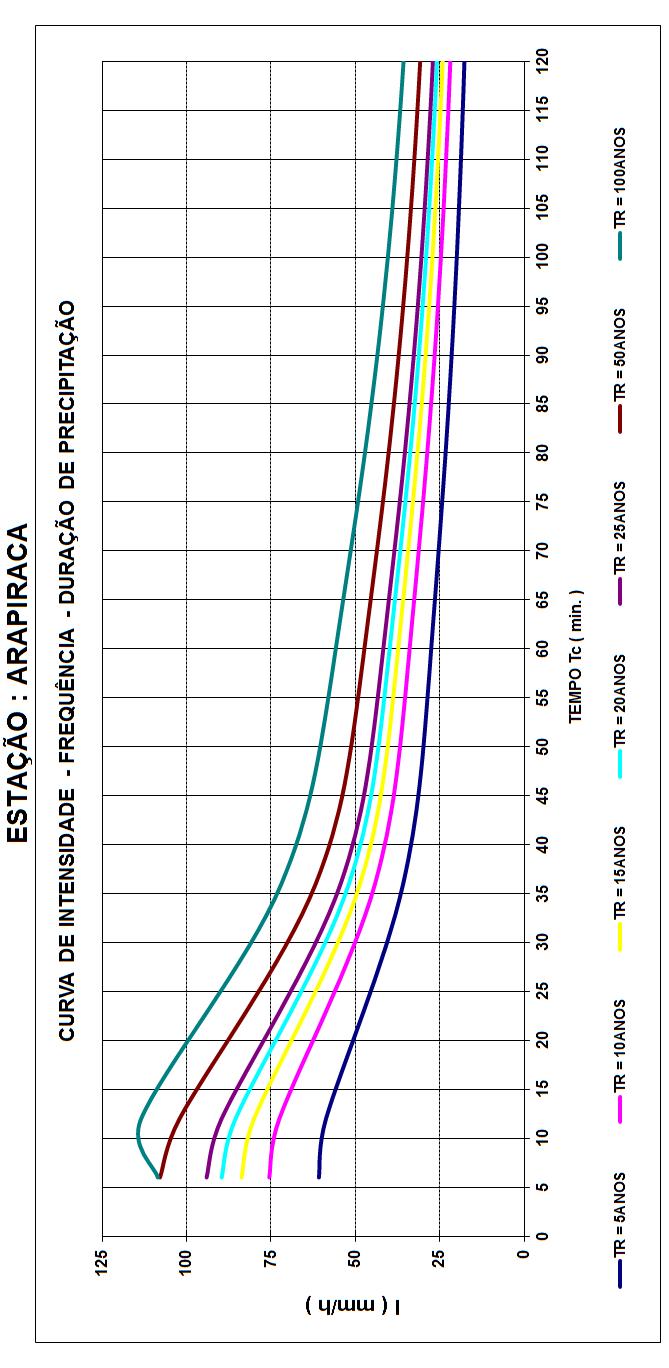
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | **ISOZONA "B"** | | | |  |  |  |  |  |  |  | **ESTAÇÃO : ARAPIRACA** | | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Tempo de** | |  |  |  | **1 hora / 24 horas chuva ( A )** | | | | |  |  | **6 min / 24 horas ( B )** | | |  | **Duração** |  |  |  | **Tempo de Recorrência** | | |  |  |  |  |
| **Recorrência em anos** | | 5 |  | 10 | 15 | 20 |  | 25 | 50 | 100 |  | 5 a 50 | | 100 |  |  | **5** | **10** |  | **15** | **20** | **25** |  | **50** | **100** |  |
| **Porcentagem** | | 38,1 |  | 37,8 | 37,5 | 37,4 |  | 37,3 | 36,9 | 38,6 |  | 8,4 | | 7,5 | **24 horas ( C )** | | 72,45 | 89,94 |  | 99,68 | 106,70 | 112,02 |  | 128,42 | 144,70 |  |
| As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves. | | | | | | | | | | | | | |  |  | **1 hora ( D )** | 27,61 | 34,00 |  | 37,38 | 39,91 | 41,78 |  | 47,39 | 55,85 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **6 minutos ( E )** | | 6,09 | 7,55 |  | 8,37 | 8,96 | 9,41 |  | 10,79 | 10,85 |  |
| **Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taborga Torrico, Rio, 1974. Método das Isozonas** | | | | | | | | | | | |  |  |  | Notas: | Macha de cálculo: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 - ( C ) = PTr( mm ) x 1,10, onde PTr( mm ) é dado pela fórmula de VEM TECHOW | | | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2 - ( D ) = ( C ) x ( A ) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 3 - ( E ) = ( C ) x ( B ) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |
|  |  | | |  | | | |  | | |  | |  | | |  | | | |  | | | |  |  |  |
|  | **ESTAÇÃO : ARAPIRACA - QUADRO DE PRECIPITAÇÕES E INTENSIDADES, EM FUNÇÃO DA DURAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E DO TEMPO DE RECORRÊNCIA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Tempo de Recorrência** | |  |  | **5 anos** | |  |  | **10 anos** |  |  | **15 anos** | | | **20 anos** |  | **25 anos** |  |  |  | **50 anos** |  |  | **100 anos** | |  |  |
| **Tempo de Duração de** | |  | **P** | | **I** |  | **P** | | **I** | **P** | |  | **I** | **P** | **I** | **P** | **I** |  | **P** | | **I** |  | **P** | | **I** |  |
| **Chuva** | | **(mm)** | | | **(mm/h)** | **(mm)** | | | **(mm/h)** | **(mm)** | |  | **(mm/h)** | **(mm)** | **(mm/h)** | **(mm)** | **(mm/h)** | **(mm)** | | | **(mm/h)** | **(mm)** | | | **(mm/h)** |  |
| 6 min. | (0,1 h) |  | 6,09 | | 60,86 |  | 7,55 | | 75,55 | 8,37 | |  | 83,73 | 8,96 | 89,63 | 9,41 | 94,10 | 10,79 | | | 107,88 | 10,85 | | | 108,52 |  |
| 12 min. | (0,2 h) | **11,75** | | | 58,75 | **14,51** | | | 72,57 | **16,01** | |  | 80,03 | **17,11** | 85,53 | **17,93** | 89,65 | **20,42** | | | 102,10 | **22,69** | | | 113,47 |  |
|  |  |
| 36 min. | (0,6 h) | **21,53** | | | 35,89 | **26,54** | | | 44,23 | **29,20** | |  | 48,66 | **31,18** | 51,96 | **32,65** | 54,42 | **37,06** | | | 61,77 | **43,16** | | | 71,93 |  |
|  |  |
| 60 min. | (1,0 h) | 27,61 | | | 27,61 | 34,00 | | | 34,00 | 37,38 | |  | 37,38 | 39,91 | 39,91 | 41,78 | 41,78 | 47,39 | | | 47,39 | 55,85 | | | 55,85 |  |
|  |  |
| 120 min, | (2,0 h) | **35,54** | | | 17,77 | **43,90** | | | 21,95 | **48,41** | |  | 24,20 | **51,73** | 25,86 | **54,22** | 27,11 | **61,73** | | | 30,87 | **71,58** | | | 35,79 |  |
|  |  |
| 240 min. | (4,0 h) | **43,93** | | | 10,98 | **54,36** | | | 13,59 | **60,06** | |  | 15,01 | **64,22** | 16,06 | **67,35** | 16,84 | **76,89** | | | 19,22 | **88,19** | | | 22,05 |  |
|  |  |
| 1440 min. | (24,0 h) | 72,45 | | | 3,02 | 89,94 | | | 3,75 | 99,68 | |  | 4,15 | 106,70 | 4,45 | 112,02 | 4,67 | 128,42 | | | 5,35 | 144,70 | | | 6,03 |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Obs.: As precipitações de 0,1 hora, 1 hora e 24 horas foram plotadas no papel de probabilidade de "Hershfild e Wilson", sendo as demais obtidas pela interpolação gráfica.**

**Gráfico 4 – Altura de Chuva x Duração**



**Gráfico 5 – Curva de Intensidade – Freqüência – Duração de Precipitação**



Precipitação média anual é moderada. A topografia do logradouro facilita o escoamento superficial. As vias de pavimentação em paralelepípedo tem pequena extensão e as outras ruas no entorno são desprovidas de sistema de drenagem. Portanto, torna-se tecnicamente inviável a implantação de rede de drenagem apenas para o logradouro em estudo.

1. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O objetivo deste projeto é de prover, de pavimentação os logradouros indicados. Basicamente as alternativas mais significativas são quanto ao tipo de revestimento da pavimentação: betuminoso, concreto ou paralelepípedo. Sem dúvida o fator preponderante para a escolha é a viabilidade técnica e econômica. Nesse sentido, a pavimentação com paralelepípedo é a mais viável a curto e longo prazo, observando-se maiores condições técnicas e comerciais e um menor custo de manutenção que a pavimentação asfáltica.

Outros aspectos alternativos foram: a escolha do traçado, o alinhamento vertical e a drenagem empregada. Neste caso, prevaleceu o fator técnico devido às condições do terreno natural e o clima da região. Sempre que possível foi mantido o traçado existente para acomodação do logradouro à disposição das edificações. Porém o traçado escolhido proporciona maior segurança para o tráfego dos veículos.

Devido às condições climáticas e topográficas e por razões de viabilidade econômica, considerando o custo-benefício do empreendimento, a drenagem será realizada de forma a conduzir o escoamento para os canais naturais por meio das vias no entorno que levam para um córrego natural existente na localidade. A drenagem será apenas através de sarjetas. Essa alternativa é justificada pela topografia da região e pela praticidade e viabilidade econômica.

* 1. Concepções das Alternativas

*ALTERNATIVA I* -

Pavimentação com paralelepípedos, meio-fio em concreto assentado sobre base de concreto e galerias e valetas de drenagem superficial.

* Vantagens: Apresenta maior facilidade de execução, menor custo, existe compatibilidade com a pavimentação existente nos logradouros adjacentes e alcança o benefício esperado pelos usuários do logradouro.
* Desvantagens: menor durabilidade e menor conforto.
* Drenagem: sarjetas.
* Meio-fio: 0,15 m de altura e 0,13 de largura, em concreto pré-moldado.

*ALTERNATIVA II* –

Pavimentação asfáltica, meio-fio em concreto assentado sobre base de concreto e galerias e valetas de drenagem superficial.

* Vantagens: Maior conforto e durabilidade.
* Desvantagens: maior custo, dificuldades para contratar a execução, inviabilidade técnica para execução, dificuldades para promover a manutenção e incompatibilidade com a pavimentação existente.
* Drenagem: sarjetas.
* Meio-fio: 0,15 m de altura e 0,13 de largura, em concreto pré-moldado.
  1. Análise Conclusiva da Alternativa Escolhida

Após a análise das alternativas, foi escolhida a alternativa I para o projeto, levando em consideração: a viabilidade técnica na execução; a maior permanência do benefício à população, devido à maior possibilidade de manutenção; e a maior possibilidade de contratação de empresa especializada para executar a obra.

1. MEMORIAL DESCRITIVO
   1. Estudos Geométricos

O máximo aproveitamento do traçado existente foi a condicionante que norteou os estudos geométricos, o qual foi lançado a partir dos elementos constantes dos estudos topográficos efetuados. Dada às características topográficas da área onde se desenvolve a via, bem como devido à ocupação da área lindeira, pelas edificações existentes ao longo de toda a extensão da diretriz projetada, o equilíbrio entre os volumes de cortes e aterros ficou em caráter secundário.

A partir das observações efetuadas, no que diz respeito à classificação funcional do segmento assinalado, combinadas com os estudos de tráfego, foram definidas as características básicas para elaboração dos estudos geométricos. Com base nessas premissas, definiu-se que neles serão adotadas as características técnicas indicadas para via urbana.

A seguir, constam os parâmetros técnicos adotados, bem como as características técnicas e operacionais do segmento:

* Região Plana
* Velocidade diretriz 40 km/h
* Rampa máxima 4% (ou de acordo com as condições atribuídas pela urbanização existente no local)
* Largura da faixa de rolamento conforme desenhos técnicos
  1. Terraplenagem

O projeto fundamentou-se nos dados fornecidos pelos estudos geométricos, através dos quais foi possível a localização das seções de corte e aterro, bem como a quantificação de seus volumes, necessários à implantação do trecho. As cotas de terraplenagem foram estabelecidas para conformidade com a pavimentação já existente e para atendimento das normas no que se referem às declividades para drenagem superficial.

A seção tipo de terraplenagem, os mapas de cubação, o quadro de distribuição de material e a memória de cálculo das quantidades dos serviços de terraplenagem são apresentados nos apêndices.

* 1. Pavimentação

O segmento que receberá as intervenções tem traçado para adequação aos limites das propriedades existentes no local. Portanto, as alterações no alinhamento horizontal existentes serão mínimas.

O alinhamento vertical proposto neste projeto, conforme visto nos apêndices, foi realizado para ajustes de drenagem no segmento em estudo. Os cálculos foram baseados nas normas do DNIT e nos parâmetros e fórmulas do Departamento de Transporte do Estado de Montana que fixa a declividade mínima do greide em 0.5%, sendo admissível 0.2% nos trechos em corte. A seção transversal terá abaulamento de 2% na faixa de rolamento e de 3% nos acostamentos ou em vias urbanas com pavimentação em paralelepípedo. Os comprimentos mínimos das curvas são dados por meio das fórmulas a seguir:

Curva convexa:

*AS* 2

*L*  200

*h*2

2

*L*  *KA*

Onde:*h*1  

L = comprimento da curva, m;

A = diferença algébrica entre as tangentes do greide, %; S = distância de visibilidade, m;

h1 = altura ocular do condutor, m; h2 = altura do objeto, m;

K = distância horizontal necessária para gerar um gradiente de 1%. Curva côncava:

*AS* 2

*L* 

200*h*3  3,5*S*

*L*  *KA*

Onde:

L = comprimento da curva, m;

A = diferença algébrica entre as tangentes do greide, %; S = distância de visibilidade, m;

H3 = altura dos faróis, m;

K = distância horizontal necessária para gerar um gradiente de 1%.

* 1. Drenagem

Na ocorrência de chuvas o solo não consegue absorver boa parte das águas pluviais. Quando a capacidade de infiltração diminui pela saturação do solo, inicia-se o processo de escoamento superficial. O escoamento superficial oriundo dos trechos elevados das vias públicas é um dos principais fatores que provocam erosões das camadas de solo, tornando o logradouro sem boas condições de tráfego. Sem um sistema eficiente de drenagem, a pavimentação ficará vulnerável às ações erosivas das águas pluviais. Por outro lado, o acumulo de água no pavimento pode causar a proliferação de agentes endêmicos. Por razões de viabilidade econômica, considerando o custo-benefício, a drenagem apenas objetiva a condução do fluxo do pavimento para os canais naturais de drenagem.

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto básico para pavimentação dos logradouros em epígrafe foi baseado em estudos realizados pela Prefeitura de municipal de Arapiraca. Nos estudos foram observados os aspectos topográficos, geológicos, hidrológicos, climáticos, econômicos e sociais. Algumas adaptações foram procedidas para melhor adequação às condições reais do local do empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

**Almanaque Vale do São Francisco**.1ª Ed. Brasília, 2001.

Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC. Diretrizes para a concepção de estradas : condução do traçado – DCE-C. Florianópolis : DER/SC, 1999.

LEE, Shu Han; **Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias**; Florianópolis 2000.

Montana Depertment of Transportation. **Road Design Manual**. Montana. Helena, 2006.

BARROS, Alexandre Hugo Cezar; ARAÚJO Filho, José Coelho de; SILVA, Ademar Barros da; SANTIAGO, Gabriela Ayane C. F. Embrapa. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – Climatologia do Estado de Alagoas**. 2ª Ed. Recife, 2012.

“SITES”

Pesquisas realizadas até: 22/07/2016

[http://www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br/) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) <http://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification> (Wikipedia – The Free Encyclopedia – Köppen Climate Classification)

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Pia%C3%A7abu%C3%A7u> (Wikipedia - A Enciclopédia Livre – Piaçabuçu) <https://pt.wikipedia.org/wiki/Mesorregi%C3%A3o_do_Leste_Alagoano> (Wikipedia – A Enciclopédia Livre – Mesorregião do Leste Alagoano)

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Microrregi%C3%A3o_de_Penedo> (Wikipedia – A Enciclopédia Livre – Microrregião de Penedo)

<http://maps.google.com/>(Google Maps)

<http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/dadosal.htm> (Departamento de Ciência Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande - Dados Climatológicos do Estado de Alagoas)

[http://www.ama.al.org.br](http://www.ama.al.org.br/) (Associação dos Municípios de Alagoas) [http://www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br/) (Agritempo)

<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=al> (Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado de Alagoas :: Escala: 1:400.000 :: Embrapa – 1975).

<http://ipr.dnit.gov.br/> (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Instituto de Pesquisas Rodoviárias).

APÊNDICES

Ap A. Projeto básico

Ap B. Especificações Técnicas

Ap C. Orçamento de Referência - /Desonerado/Sem Desoneração

Ap D. Composições Unitárias

Ap E. Cotações

Ap F. BDI / Desonerado/ Sem Desoneraçãoz.

Ap G. Cronograma Físico e Financeiro

Ap H. Memorial de Quantitativos

Ap I Relatório Fotográfico

Ap J. ART

Ap K. Licença Ambiental

Ap L. Desenhos Técnicos

Ap M. Mídia digital.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Thiago Henrique Tavares L. Silva

CREA Nacional N.° 021372640-8