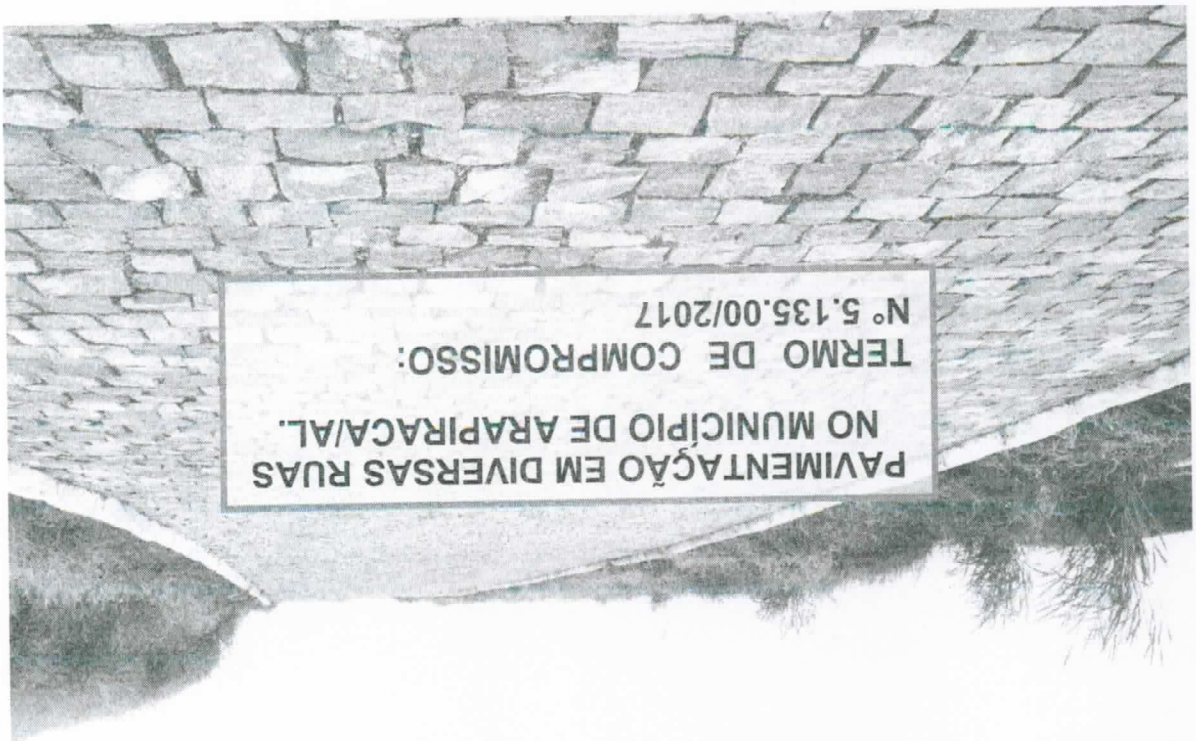


Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA nº 001.000.000-8
Sec. Mun. de Des. Urb. e Obras

Arapiraca (AL)
JUNHO/2019

Projeto Básico e Executivo



PAVIMENTAÇÃO EM DIVERSAS RUAS
NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA/AL.
TERMO DE COMPROMISSO:
Nº 5.135.00/2017

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPIRACA
CENTRO ADMINISTRATIVO ANTÔNIO ROCHA
SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA

PREFEITURA DE
ARAPIRACA





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

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA Nº 040-8
Sec. Mun. Obras

EQUIPE DE PROJETO

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

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

Desenhos Técnicos: Alan Nunes de Oliveira

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA Nº 021372640-8
Sec. Mun. de Desenv. Urb. e Obras

SUMÁRIO

ii	Equipe de Projeto
iii	Sumário
iv	Lista de Figuras
I	1 Apresentação
2	2 Localização do Empreendimento
4	3 Caracterização Do Município
4	3.1 Informações Demográficas
4	3.2 Localização e Acesso
5	3.3 Clima Local
6	4 Parâmetros do Projeto
7	5 Estudo de Alternativas
7	5.1 Concepções das Alternativas
8	5.2 Análise Conclusiva da Alternativa Escolhida
8	6 Memorial Descritivo
8	6.1 Estudos Geométricos
8	6.2 Terraplenagem
9	6.3 Pavimentação
10	6.4 Drenagem
10	7 Considerações Finais
11	Referências Bibliográficas
12	Apêndices

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA Nº 07.002.640-8
Sec. Mun. de Infraestr. e Obras

LISTA DE FIGURAS

- 02 Figura 1 - Localização do Empreendimento
04 Figura 2 - Estado de Alagoas - Localização do Município (Google Earth)
05 Figura 3 - Localização da Cidade (Google Earth)
05 Figura 4 - Mapa de Acesso Rodoviário (Google Earth)

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA Nº 021.372-8
Sec. Mun. de Desem. Ind. e Obras

1 APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento da cidade se deu principalmente nos anos de 1970, quando a cultura da produção de fumo, o antigamente conhecido "Ouro Verde", uma das principais atividades econômicas da época na região, elevou a cidade a categoria de município. 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.

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA 03132640-8
Sec. Mun. de Plan. Urb. e Obras

Plantas em anexo.

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA Nº 0715640-8
Sec. Municipal de Obras

Lista de Ruas beneficiadas em anexo.

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA nº 03.137.264-8
Sec. Municipal de Infraestrutura

3 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

3.1 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 Censo Geral de Empregados e Desempregados, divulgado pelo Ministério do Trabalho. Em 2015, Arapiraca foi a quarta maior geradora de empregos com carteira assinada a nível nacional.

3.2 Localização e Acesso

O município está localizado no agreste do Estado de Alagoas (Figura 2), limitando-se com os municípios de Craibas, Igaci, Coité do Noia, Limoeiro de Anadia, Junqueiro, São Sebastião, Lagoa da Canoa, e Feira Grande. A área municipal ocupa 345,655 km². O município está inscrito na Mesorregião do Agreste Alagoano e na Microrregião de Arapiraca. Com temperatura média anual de 29,8°C. A sede do município tem uma altitude média de 264 m 8.848,462 (Figura 3). A cidade está a 128 km de Maceió, capital do Estado, e tem acesso, via São Miguel dos Campos, através da rodovia AL-220 (Figura 4).

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



Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CREA Nº 031.372.640-8
Sec. Mun. de Infra-Obra

Figura 04 - Mapa de Acesso Rodoviário (Google Earth)

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” (Wikipédia – The Free Encyclopedia, 2016).

4 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 limitada, 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 esta 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 incluído 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.

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

GRÁFICO 1 – Precipitações Totais Anuais

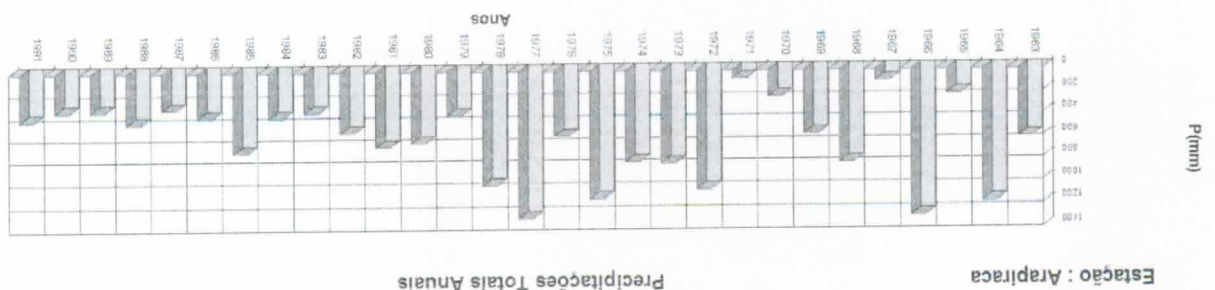


GRÁFICO 2 – Precipitações Mensais

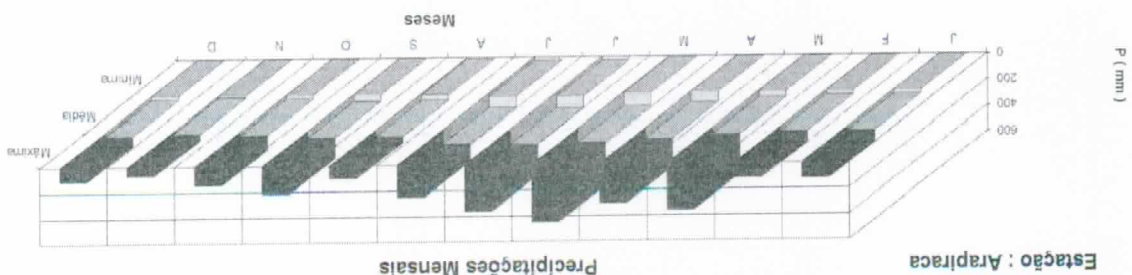
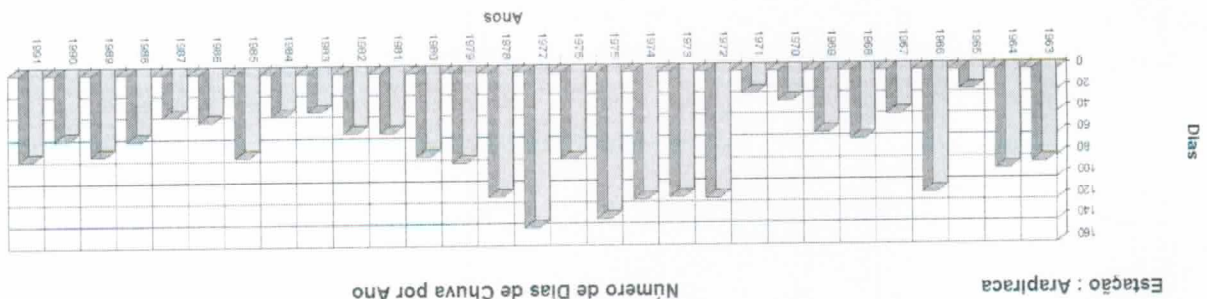


GRÁFICO 3 - Número de Dias de Chuva por ano



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

Thiago Henrique Favaretto L. Silva
 Engenheiro Civil
 CREA Nº 1372640-8
 Sec. Municipal de Desenv. Urb. e Obras

TABELAS DOS CÁLCULOS

ANÁLISE ESTATÍSTICA PLUVIOMÉTRICA DAS PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS

CÁLCULO DA CHUVA DE UM DIA, NO TEMPO DE RECORRÊNCIA PREVISITO

ENTIDADE: DMOCS

LATITUDE: -9°45'0"

LONGITUDE: -36°53'0"

ESTADO: ARAPIRACA

CÓDIGO: 093606

PERÍODO: 1963-1991

DATA	DIÁMETRO (mm)	PRECIP. (mm)	Nº ordem	P-ordenada (mm)	P-PM (mm)	F=100(P-1)%	T=18
26/6/1963	22	27.0	1	101.00	55.8	3.086.8	3.3
1/7/1964	20	28.4	2	90.20	44.8	2.003.3	6.7
13/4/1966	10	50.7	4	62.20	36.8	1.351.2	13.3
28/3/1967	26	20.0	5	75.00	29.6	873.7	18.7
17/7/1968	18	30.1	6	72.00	25.6	706.4	20.0
1/8/1969	24	26.1	7	64.00	18.6	344.4	23.3
2/1/1970	8	60.4	8	60.40	15.0	223.8	26.7
18/6/1971	25	16.0	9	62.80	7.4	54.1	30.0
24/3/1972	5	75.0	10	60.70	6.3	27.7	33.3
11/2/1973	3	83.8	11	50.00	4.6	20.8	36.7
20/4/1974	9	62.8	12	43.80	-1.6	2.7	40.0
25/6/1975	5	72.0	13	40.20	-5.2	27.5	43.3
1/10/1976	7	64.0	14	38.00	-7.4	55.4	46.7
20/6/1977	2	50.2	15	36.80	-8.6	74.7	50.0
6/4/1978	1	101.0	16	35.20	-10.2	104.3	53.3
3/10/1980	16	35.2	18	31.60	-14.4	208.6	60.0
14/3/1981	4	82.2	19	30.10	-15.3	235.4	63.3
7/5/1982	12	43.8	20	28.40	-17.0	290.4	66.7
5/2/1983	18	31.0	21	26.00	-17.4	304.2	70.0
2/4/1984	22	27.0	22	27.00	-18.4	340.1	73.3
25/6/1985	11	50.0	23	27.00	-18.4	340.1	76.7
20/7/1986	14	38.0	24	26.10	-19.3	374.1	80.0
2/7/1987	13	40.2	25	25.10	-20.1	405.7	83.3
12/3/1988	15	36.8	26	25.00	-20.4	417.8	86.7
5/12/1989	26	25.0	27	25.00	-20.4	417.8	90.0
30/1/1990	25	25.0	28	20.00	-25.4	647.3	93.3
19/1/1991	21	28.0	29	16.00	-29.4	866.8	96.7

Obs. Método de "Probabilidade Externa de Cumul" - Verificação de DNER 47025 - 1975 "Método de Diminuição de Burocr"

$$Q = \sqrt{\frac{1 - \frac{1 - (P - p)^m}{m - 1}}{1 - \frac{1 - (P - p)^m}{m - 1}}}$$

$$m - 1 = 29$$

$$1 - (P - p)^m = 15.435.83$$

$$1 - \frac{1 - (P - p)^m}{m - 1} = 1.717.80$$

$$P = 45.44$$

TEMPO DE RECORRÊNCIA (Tr)	K(1)	P
10.000 anos		231.10
1.000 anos		181.32
100 anos	3.697	131.54
50 anos	2.037	116.75
25 anos	2.402	101.84
20 anos	2.195	97.00
15 anos	1.924	90.62
10 anos	1.547	81.76
5 anos	0.87	65.87

Cálculo das alturas de precipitação de um dia de chuva para os tempos de recorrência (Tr) de 02, 05, 10, 15, 20, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, fórmula de VEIN TE CHOW

$$Q = \sqrt{\frac{1 - \frac{1 - (P - p)^m}{m - 1}}{1 - \frac{1 - (P - p)^m}{m - 1}}}$$

$$m - 1 = 29$$

$$1 - (P - p)^m = 15.435.83$$

$$1 - \frac{1 - (P - p)^m}{m - 1} = 1.717.80$$

$$P = 45.44$$

$$P_t = P + Q \times K$$

CÁLCULOS DA FÓRMULA DE VEIN TE CHOW - P _t (mm)
P5 = 45.44 + 0.87 x 23.48 = 65.87 mm
P10 = 45.44 + 1.547 x 23.48 = 81.76 mm
P15 = 45.44 + 1.924 x 23.48 = 90.62 mm
P20 = 45.44 + 2.195 x 23.48 = 97.00 mm
P25 = 45.44 + 2.402 x 23.48 = 101.84 mm
P50 = 45.44 + 3.697 x 23.48 = 116.75 mm
P100 = 45.44 + 3.697 x 23.48 = 131.54 mm
P1000 = P100 + (P100 - P10) = 131.52 mm
P10000 = P1000 + (P1000 - P100) = 231.1 mm

Fonte: Hidrologia Básica, Versão 1 de 2014, Pm, SP, 1975					
K para o Período de Recorrência (Tr, anos)	5	10	15	20	25
100	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
95	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
90	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
85	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
80	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
75	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
70	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
65	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
60	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
55	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
50	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
45	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
40	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
35	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
30	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
25	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
20	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
15	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
10	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750
5	1.440	2.280	2.500	2.647	2.750

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, PUB.L., 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 frequência empregadas em análises hidrológicas pode ser resolvida por equações do tipo: $X_t = X + K \cdot \sigma$.

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

$$P_r = \bar{P} + K \cdot \sigma$$

Descrição dos índices usados nos cálculos, para análises pluviométricas:

P_r = precipitação à um certo período de recorrência;

\bar{P} = Precipitação média;

K = Coeficiente que depende do número de amostras tomadas e do período de recorrência. Valor tabelado por Weisse 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:

$$F = \frac{m}{n} \cdot 100, \text{ sendo}$$

F = Frequência de vazões de enchentes observadas;

n = Número de ordem, variável de 1 a n ;

m = Números de anos observados;

$$T_r = \frac{F}{1} \text{ Tempo de recorrência.}$$

Thiago Henrique Loures L. Silva
Eng.º Civil
CRA-PA 21372640-8
Sec. Municipal de Obras e OBRAS

Avaliação das Relações Intensidade-duração-frequência

Dada a necessidade de se avaliar as relações intensidade/duração/frequência 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 independente 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.

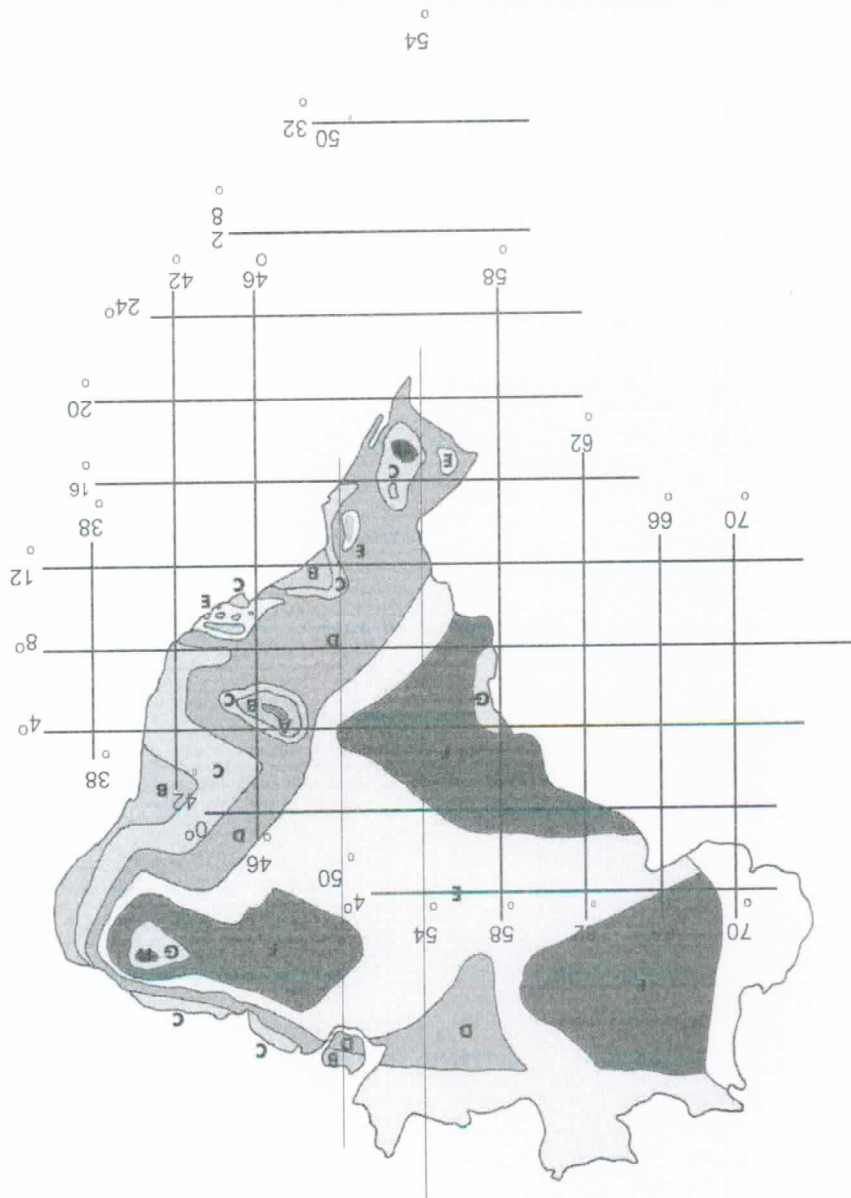
Após ter-se determinado a isozona, fixam-se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora.

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 Hershtfeld e Willson, 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

12



TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS		1 HORA/24 HORAS CHUVAS												ZONA	
100	5-50	100	0	33	6	35	4	37	2	36	8	A	36	2	8
75	8.4	7	32.5	35	3	36.9	36.6	37.2	37.3	37.5	37.8	B	38	1	1
50	30	35	34.7	35	36.3	35.4	35.6	36.3	37.2	37.5	37.8	C	40	1	1
32	25	35	34.7	35	36.3	35.4	35.6	36.3	37.2	37.5	37.8	D	42	1	1
15	20	35	34.7	35	36.3	35.4	35.6	36.3	37.2	37.5	37.8	E	44	9	9
10	15	35	34.7	35	36.3	35.4	35.6	36.3	37.2	37.5	37.8	F	46	9	9
5	10	35	34.7	35	36.3	35.4	35.6	36.3	37.2	37.5	37.8	G	47	9	9
2	5	35	34.7	35	36.3	35.4	35.6	36.3	37.2	37.5	37.8	H	49	9	9

Conclusões

Pela análise dos dados conclui-se que:

Thiago Henrique Tavares L. Silva
 Engenheiro Civil
 CREA/PA 0772040-8
 Sec. Municipal de Obras

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 telhado 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 telhado.

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 telhado em estudo, para a Estação de Arapiraca.

Quadro de Precipitação e Intensidade

ISOLINA "B"										ESTÇÃO : ARAPIRACA														
Tempo de recorrência em anos					Duração					Tempo de Recorrência														
1 hora / 24 horas					6 min / 24 horas (B)					24 horas (C)					1 hora (D)					6 minutos (E)				
38,1	37,8	37,5	37,4	37,3	36,9	38,6	8,4	7,5	27,61	84,00	37,38	39,91	41,7	47,39	55,85	60,9	7,55	8,37	8,96	9,41	10,79	10,85		
5	10	15	20	25	50	100	5 a 50	100	72,45	89,94	99,68	108,7	112,0	128,4	144,7	108,7	112,0	128,4	144,7	108,7	112,0	128,4	144,7	

As isozonas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.

Rio, 1974. "Práticas Hidrológicas", Jose Jaime Taborga Torrico.

1 - (C) = $P_{rel} \text{ (mm)} \times 1,10$, onde $P_{rel} \text{ (mm)}$ é dado pela fórmula de VEM TECHOW

2 - (D) = (C) x (A)

3 - (E) = (C) x (B)

Notas: cálculo:
Máxima de

Fonte: "Práticas Hidrológicas", José Jaime Taboaga Torrico, Rio, 1974, Método das isóclinas.

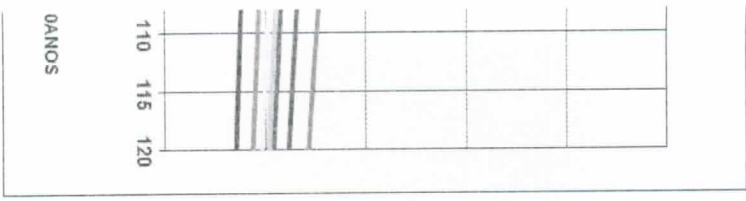
As isóclinas B e C tipificam a zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves.

Notas: cálculo:

1 - (C) = P_{rel} (mm) x 1,10, onde P_{rel} (mm) é dado pela fórmula de VEM TECHOW
2 - (D) = (C) x (A)
3 - (E) = (C) x (B)

ESTÇÃO : 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 Recorrência	5 anos
Duração de Chuva	6 min. (0,1 h)	12 min. (0,2 h)	36 min. (0,6 h)	60 min. (1,0 h)	120 min. (2,0 h)	240 min. (4,0 h)	1440 min. (24,0 h)	Duração de Chuva	6 min. (0,1 h)
Tempo de Recorrência	5 anos	10 anos	15 anos	20 anos	25 anos	50 anos	100 anos	Tempo de Recorrência	5 anos
1	108,5	113,4	119,3	124,2	129,1	144,7	160,3	1	108,5
2	113,4	118,3	124,2	129,1	134,0	149,6	165,2	2	113,4
3	118,3	123,2	129,1	134,0	138,9	154,5	170,1	3	118,3
4	123,2	128,1	134,0	138,9	143,8	159,4	175,0	4	123,2
5	128,1	133,0	138,9	143,8	148,7	164,3	180,0	5	128,1
6	133,0	137,9	143,8	148,7	153,6	169,2	185,0	6	133,0
7	137,9	142,8	148,7	153,6	158,5	174,1	190,0	7	137,9
8	142,8	147,7	153,6	158,5	163,4	179,0	195,0	8	142,8
9	147,7	152,6	158,5	163,4	168,3	184,0	200,0	9	147,7
10	152,6	157,5	163,4	168,3	173,2	189,0	205,0	10	152,6
11	157,5	162,4	168,3	173,2	178,1	194,0	210,0	11	157,5
12	162,4	167,3	173,2	178,1	183,0	199,0	215,0	12	162,4
13	167,3	172,2	178,1	183,0	187,9	204,0	220,0	13	167,3
14	172,2	177,1	183,0	187,9	192,8	209,0	225,0	14	172,2
15	177,1	182,0	187,9	192,8	197,7	214,0	230,0	15	177,1
16	182,0	186,9	192,8	197,7	202,6	219,0	235,0	16	182,0
17	186,9	191,8	197,7	202,6	207,5	224,0	240,0	17	186,9
18	191,8	196,7	202,6	207,5	212,4	229,0	245,0	18	191,8
19	196,7	201,6	207,5	212,4	217,3	234,0	250,0	19	196,7
20	201,6	206,5	212,4	217,3	222,2	239,0	255,0	20	201,6
21	206,5	211,4	217,3	222,2	227,1	244,0	260,0	21	206,5
22	211,4	216,3	222,2	227,1	232,0	249,0	265,0	22	211,4
23	216,3	221,2	227,1	232,0	236,9	254,0	270,0	23	216,3
24	221,2	226,1	232,0	236,9	241,8	259,0	275,0	24	221,2
25	226,1	231,0	236,9	241,8	246,7	264,0	280,0	25	226,1
26	231,0	235,9	241,8	246,7	251,6	269,0	285,0	26	231,0
27	235,9	240,8	246,7	251,6	256,5	274,0	290,0	27	235,9
28	240,8	245,7	251,6	256,5	261,4	279,0	295,0	28	240,8
29	245,7	250,6	256,5	261,4	266,3	284,0	300,0	29	245,7
30	250,6	255,5	261,4	266,3	271,2	289,0	305,0	30	250,6
31	255,5	260,4	266,3	271,2	276,1	294,0	310,0	31	255,5
32	260,4	265,3	271,2	276,1	281,0	299,0	315,0	32	260,4
33	265,3	270,2	276,1	281,0	285,9	304,0	320,0	33	265,3
34	270,2	275,1	281,0	285,9	290,8	309,0	325,0	34	270,2
35	275,1	280,0	285,9	290,8	295,7	314,0	330,0	35	275,1
36	280,0	284,9	290,8	295,7	300,6	319,0	335,0	36	280,0
37	284,9	289,8	295,7	300,6	305,5	324,0	340,0	37	284,9
38	289,8	294,7	300,6	305,5	310,4	329,0	345,0	38	289,8
39	294,7	299,6	305,5	310,4	315,3	334,0	350,0	39	294,7
40	299,6	304,5	310,4	315,3	320,2	339,0	355,0	40	299,6
41	304,5	309,4	315,3	320,2	325,1	344,0	360,0	41	304,5
42	309,4	314,3	320,2	325,1	330,0	349,0	365,0	42	309,4
43	314,3	319,2	325,1	330,0	334,9	354,0	370,0	43	314,3
44	319,2	324,1	330,0	334,9	339,8	359,0	375,0	44	319,2
45	324,1	329,0	334,9	339,8	344,7	364,0	380,0	45	324,1
46	329,0	333,9	339,8	344,7	349,6	369,0	385,0	46	329,0
47	333,9	338,8	344,7	349,6	354,5	374,0	390,0	47	333,9
48	338,8	343,7	349,6	354,5	359,4	379,0	395,0	48	338,8
49	343,7	348,6	354,5	359,4	364,3	384,0	400,0	49	343,7
50	348,6	353,5	359,4	364,3	369,2	389,0	405,0	50	348,6
51	353,5	358,4	364,3	369,2	374,1	394,0	410,0	51	353,5
52	358,4	363,3	369,2	374,1	379,0	399,0	415,0	52	358,4
53	363,3	368,2	374,1	379,0	383,9	404,0	420,0	53	363,3
54	368,2	373,1	379,0	383,9	388,8	409,0	425,0	54	368,2
55	373,1	378,0	383,9	388,8	393,7	414,0	430,0	55	373,1
56	378,0	382,9	388,8	393,7	398,6	419,0	435,0	56	378,0
57	382,9	387,8	393,7	398,6	403,5	424,0	440,0	57	382,9
58	387,8	392,7	403,5	408,4	408,4	429,0	445,0	58	387,8
59	392,7	397,6	408,4	413,3	413,3	434,0	450,0	59	392,7
60	397,6	402,5	413,3	418,2	418,2	439,0	455,0	60	397,6
61	402,5	407,4	418,2	423,1	423,1	444,0	460,0	61	402,5
62	407,4	412,3	423,1	428,0	428,0	449,0	465,0	62	407,4
63	412,3	417,2	428,0	432,9	432,9	454,0	470,0	63	412,3
64	417,2	422,1	432,9	437,8	437,8	459,0	475,0	64	417,2
65	422,1	427,0	437,8	442,7	442,7	464,0	480,0	65	422,1
66	427,0	431,9	442,7	447,6	447,6	469,0	485,0	66	427,0
67	431,9	436,8	447,6	452,5	452,5	474,0	490,0	67	431,9
68	436,8	441,7	452,5	457,4	457,4	479,0	495,0	68	436,8
69	441,7	446,6	457,4	462,3	462,3	484,0	500,0	69	441,7
70	446,6	451,5	462,3	467,2	467,2	489,0	505,0	70	446,6
71	451,5	456,4	467,2	472,1	472,1	494,0	510,0	71	451,5
72	456,4	461,3	472,1	477,0	477,0	499,0	515,0	72	456,4
73	461,3	466,2	477,0	481,9	481,9	504,0	520,0	73	461,3
74	466,2	471,1	481,9	486,8	486,8	509,0	525,0	74	466,2
75	471,1	476,0	486,8	491,7	491,7	514,0	530,0	75	471,1
76	476,0	480,9	491,7	496,6	496,6	519,0	535,0	76	476,0
77	480,9	485,8	496,6	501,5	501,5	524,0	540,0	77	480,9
78	485,8	490,7	501,5	506,4	506,4	529,0	545,0	78	485,8
79	490,7	495,6	506,4	511,3	511,3	534,0	550,0	79	490,7
80	495,6	500,5	511,3	516,2	516,2	539,0	555,0	80	495,6
81	500,5	505,4	516,2	521,1	521,1	544,0	560,0	81	500,5
82	505,4	510,3	521,1	526,0	526,0	549,0	565,0	82	505,4
83	510,3	515,2	526,0	530,9	530,9	554,0	570,0	83	510,3
84	515,2	520,1	530,9	535,8	535,8	559,0	575,0	84	515,2
85	520,1	525,0	535,8	540,7	540,7	564,0	580,0	85	520,1
86	525,0	529,9	540,7	545,6	545,6	569,0	585,0	86	525,0
87	529,9	534,8	545,6	550,5	550,5	574,0	590,0	87	529,9
88	534,8	539,7	550,5	555,4	555,4	579,0	595,0	88	534,8
89	539,7	544,6	555,4	560,3	560,3	584,0	600,0	89	539,7
90	544,6	549,5	560,3	565,2	565,2	589,0	605,0	90	544,6
91	549,5	554,4	565,2	570,1	570,1	594,0	610,0	91	549,5
92	554,4	559,3	570,1	575,0	575,0	599,0	615,0	92	554,4
93	559,3	564,2	575,0	580,9	580,9	604,0	620,0	93	559,3
94	564,2	569,1	580,9	585,8	585,8	609,0	625,0	94	564,2
95	569,1	574,0	585,8	590,7	590,7	614,0	630,0	95	569,1
96	574,0	578,9	590,7	595,6	595,6	619,0	635,0	96	574,0
97	578,9	583,8	595,6	600,5	600,5	624,0	640,0	97	578,9
98	583,8	588,7	600,5	605,4	605,4	629,0	645,0	98	583,8
99	588,7	593,6	605,4	610,3	610,3	634,0	650,0	99	588,7
100	593,6	598,5	610,3	615,2	615,2	639,0	655,0	100	593,6

Gráfico 5 – Curva de Intensidade – Frequência – Duração de Precipitação



Thiago Henrique
 Engenheiro Civil
 CRP 1372640-8
 Sec. de Infraestrutura

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.

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil - Sítio
CREA 22.372-0/2009 - 8
Sec. Municipal de Obras

5 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.

5.1 Conceções 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.

Thiago Henrique Inácio, S/lt
CREA Nº 008.711.240-8
Sec. Mun. de Infrastr. Urb.
01/05/2015

5.2 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.

6 MEMORIAL DESCRITIVO

6.1 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 à esquerda, 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 nelas 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

6.2 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.

6.3 Pavimentação

Thiago Henrique L. Silva
Engenheiro Civil
CREA/DF 0772649-8
Sociedade de Engenharia e Arquitetura

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:

$$L = \frac{200 \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} \right)^2}{AS^2}$$

$$L = KA$$

Onde:

Thiago Henrique Tavares L. Silva
Engenheiro Civil
CRA 8.223.372-6/PA-8
Selo de Registro em Engenharia Civil
Selo de Registro em Engenharia de Obras

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:

$$L = \frac{AS^2}{200h_2 + 3,5S}$$

$$L = KA$$

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%.

6.4 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 acúmulo 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.

7 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.

Thiago Henrique Tavares L. Silva
 Engenheiro Civil
 CREA Nº 049-8
 SGT. HENRIQUE

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 Department 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

- [\(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística\)](http://www.ibge.gov.br)
- 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/Mesoregi%C3%A3o_do_Leste_Alagoano (Wikipedia – A Enciclopédia Livre – Mesoregião 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> (Associação dos Municípios de Alagoas)
- <http://www.agritempo.gov.br> (Agritempo)
- <http://www.uep.cnpq.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).

Engenheiro(a) Civil
CRA-AL 172643-8
Sociedade de Engenharia Civil Ltda.

APÊNDICES

Projeto básico	Ap A.
Especificações Técnicas	Ap B.
Orçamento de Referência - /Desonerado/Sem Desoneração	Ap C.
Composições Unitárias	Ap D.
Cotações	Ap E.
BDI / Desonerado/ Sem Desoneração.	Ap F.
Cronograma Físico e Financeiro	Ap G.
Memorial de Quantitativos	Ap H.
Relatório Fotográfico	Ap I.
ART	Ap J.
Licença Ambiental	Ap K.
Desenhos Técnicos	Ap L.
Mídia digital.	Ap M.

Thiago Henrique Tavares L. Silva
CREA Nacional N.º 021372640-8

Thiago Henrique Tavares L. Silva
CREA Nacional N.º 021372640-8
Sec. Mun. de Infraestr. Urb. e Obras