



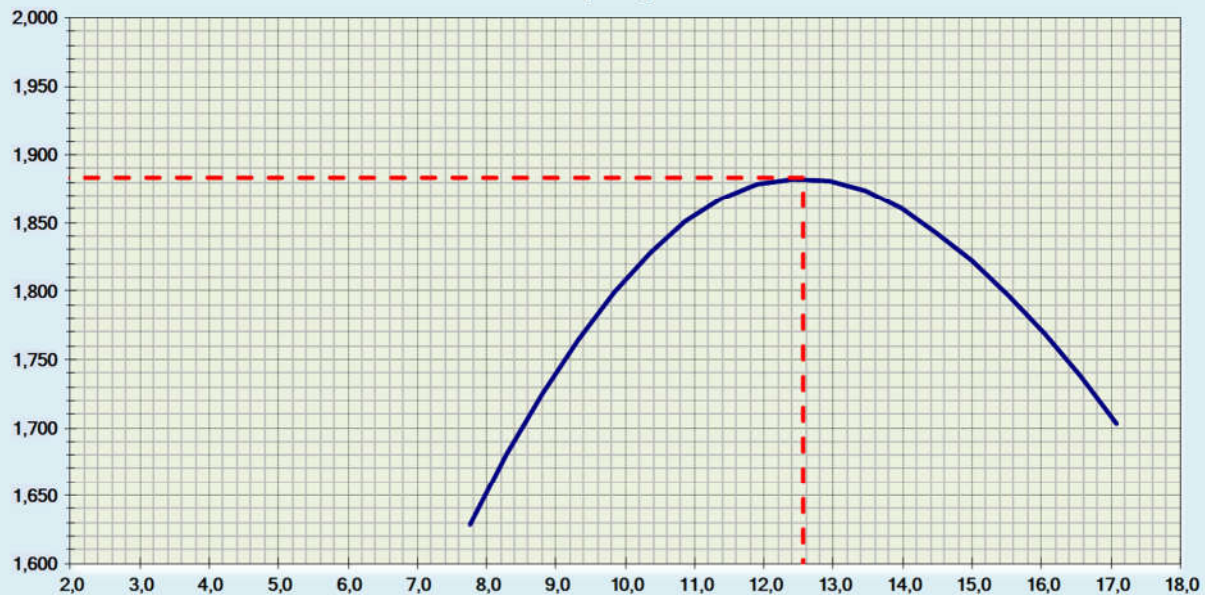
ENSAIO DE COMPACTAÇÃO


| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------------|
| CIDADE: | CORGUINHO - MS | Nº de camadas: | 5 | Profundidade | Data |
| TRECHO: | Vila Olaria e Freitas | Nº de golpes: PN | 12 | 0,20 a 1,50m | 30/06/2023 |
| SUBTRECHO: | Rua Sete de Setembro | Serviço: | SUBLEITO | Furo: F01 | Jazida: |
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | Laboratorista: | Edvaldo | Estaca: | 08 |
| | | Prof. | 1,5 | Operador: | Equipe |
| Cápsula nº | 90 | RESULTADOS | | | |
| Peso da cáps. | 15,80 | Massa Específica Máxima | ----- 1,883 g/cm ³ | | |
| Peso da cáps. + solo úmido | 55,60 | Umidade Ótima | ----- 12,6 % | | |
| Peso da cáps. + solo seco | 54,30 | Energia | ----- Normal | | |
| Peso da água | 1,30 | ISC | ----- 18,3 % | | |
| Peso solo seco | 38,50 | Expansão | ----- 0,00 % | | |
| Úmidade higroscópica | 3,38 | IG | 0 | HRB | A-2-4 Tipo Solo |

Soquete: 4,536 Kg **Disco Espaçador:** 2,5 **Amostra:** 6000 kg **Obs:** Areia siltosa rosada

| Cilindro Número | Peso do Cilindro | Volume do Cilindro | Peso da amostra compactada e peso do cilindro -g | Peso da amostra compactada g. | Massa do solo úmido g/cm ³ | Determinação da umidade | | | | | | Massa espec. do solo seco g/cm ³ | |
|-----------------|------------------|--------------------|--|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------|---|-----------------|
| | | | | | | Peso Bruto | Água Existente | Água Adicionada | Peso da Água | Peso Solo Seco | Umid.% | | % Média da Água |
| 12 | 5578 | 2087 | 9242 | 3664 | 1,756 | 6.000 | 196 | 255 | 451 | 5804 | | 7,8 | 1,629 |
| 12 | 5578 | 2087 | 9702 | 4124 | 1,976 | 6.000 | 451 | 120 | 571 | 5804 | | 9,8 | 1,799 |
| 12 | 5578 | 2087 | 9964 | 4386 | 2,102 | 6000 | 571 | 120 | 691 | 5804 | | 11,9 | 1,878 |
| 12 | 5578 | 2087 | 10004 | 4426 | 2,121 | 6000 | 691 | 120 | 811 | 5804 | | 14,0 | 1,861 |
| 12 | 5578 | 2087 | 9862 | 4284 | 2,053 | 6000 | 811 | 120 | 931 | 5804 | | 16,0 | 1,769 |

Compactação




Lab. Empresa

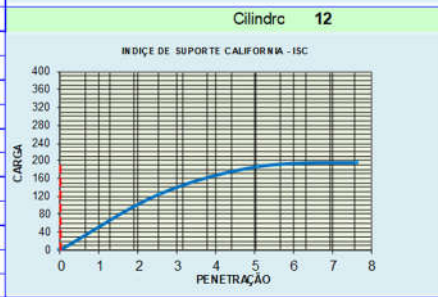
Fiscalização



INDICE SUPORTE CALIFORNIA - ISC

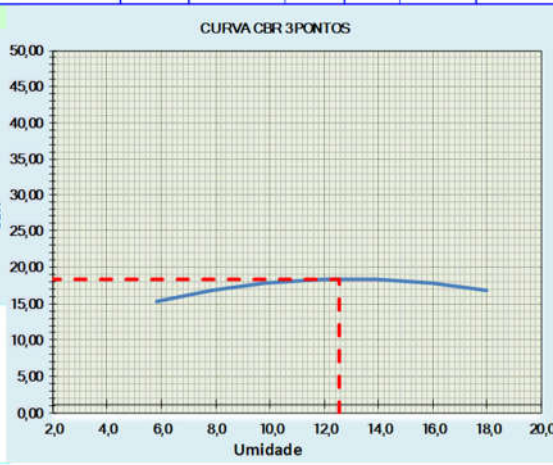
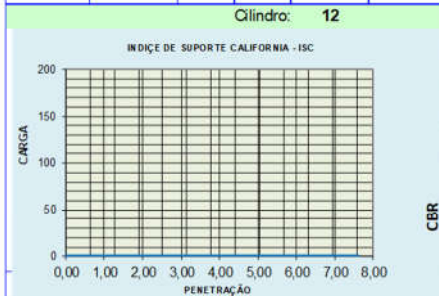
| | | | | | |
|------------|-----------------------|---------------|--------------|---------|------------|
| RODOVIA: | CORGUINHO - MS | KM: | Profund.: | Jazida: | Data: |
| TRECHO: | Vila Olaria e Freitas | ESTACA: | 0,20 a 1,50m | 0 | 30/06/2023 |
| SUBTRECHO: | Rua Sete de Setembro | SERVIÇO FASE: | SUBLEITO | | 04/07/2023 |

| ENERGIA | Normal | | | Material: Areia siltyosa rosada |
|-----------------------------|------------|---------------|------------------------|---------------------------------|
| CILINDRO: | Nº | 12 | 12 | 12 |
| PESO DO CILINDRO+SOLO+ÁGUA: | g | 9702 | 9964 | 10004 |
| PESO DO CILINDRO: | g | 5578 | 5578 | 5578 |
| PESO DO SOLO ÚMIDO: | g | 4124 | 4386 | 4426 |
| VOLUME DO CILINDRO: | g | 2087 | 2087 | 2087 |
| DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO: | Kg/m³ | 1,976 | 2,102 | 2,121 |
| Leitura inicial mm dia: | 30/06/2023 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Leitura final mm dia: | 04/07/2023 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Leitura: | mm | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Altura da amostra: | mm | 11,46 | 11,46 | 11,46 |
| PESO BRUTO | | 6000 | 6000 | 6000 |
| PESO DA CÁPSULA: | g | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PESO DA CÁPSULA+SOLO+ÁGUA: | g | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PESO DA CÁPSULA+SOLO: | g | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PESO DA ÁGUA: | g | 571 | 691 | 811 |
| PESO DO SOLO SÊCO: | g | 5804 | 5804 | 5804 |
| ÚMIDADE: | % | 9,8 | 11,9 | 14,0 |
| FATOR DE CORREÇÃO | | 0,910 | 0,894 | 0,877 |
| DENSIDADE DO SOLO SÊCO: | Kg/m³ | 1,799 | 1,878 | 1,861 |
| EXPANSÃO: | % | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ISC | % | 0,0 | 18,3 | 0,0 |
| ISC FINAL | % | 18,3 % | Expansão Final: | 0,00 % |



Cte. Da prensa em 2" 0,1461 Cte. Da prensa em 4" 0,0974

| 100 | Cilindro: 12 | | | | Cilindro: 12 | | | | Cilindro: 12 | | | | |
|-----------|---------------|---------|-----|-------------|---------------|---------|------|-------------|---------------|---------|-----|-------------|---------------|
| Tempo (s) | Pen. (1/100") | Leitura | ISC | Leit. Corr. | ISC (Corrig.) | Leitura | ISC | Leit. Corr. | ISC (Corrig.) | Leitura | ISC | Leit. Corr. | ISC (Corrig.) |
| | 0,00 | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 0,63 | | | | | 31 | | | | | | | |
| 1,0 | 1,27 | | | | | 62 | | | | | | | |
| 1,5 | 1,91 | | | | | 93 | | | | | | | |
| 2,0 | 2,54 | | 0,0 | | | 125 | 18,3 | | | | 0,0 | | |
| 3,0 | 3,81 | | | | | 156 | | | | | | | |
| 4,0 | 5,08 | | 0,0 | | | 187 | 18,2 | | | | 0,0 | | |
| 6,0 | 7,62 | | | | | 196 | | | | | | | |



[Signature]
Lab. Empresa

Fiscalização

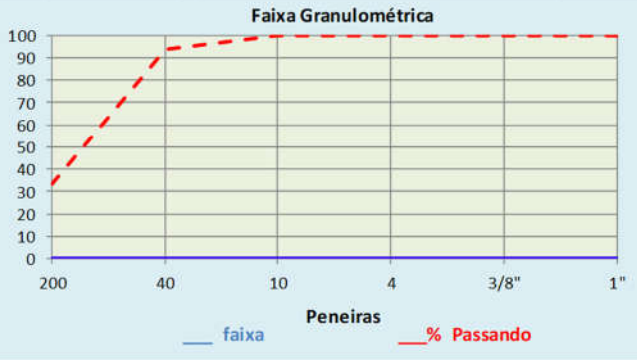
| OBRA/LOCAL: | | MATERIAL: | | Profund. | Data |
|-----------------------|--|----------------------|--|--------------|------------|
| CORGUINHO - MS | | Areia siltosa rosada | | | |
| TRECHO: | | ESTACA: | | 0,20 a 1,50m | 30/06/2023 |
| Vila Olaria e Freitas | | 8 | | | |
| SUB TRECHO: | | SERVIÇO FASE: | | Furo: | 04/07/2023 |
| Rua Sete de Setembro | | SUBLEITO | | F-01 | |

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

| Úmididade Higroscópica | | Amostra total seca | | Resumo da Granulometria | |
|------------------------|-------|-----------------------------|--------|---------------------------------|-------|
| Capsula nº | 90 | Amostra total úmida | 0,00 | Pedregulho acima da # 4,8 mm | 0,0 |
| Peso da caps. | 15,80 | Retido na # 10 sêco | 0,00 | Areia grossa = # 4,8 - 2,0 mm | 0,0 |
| Solo úmido + Caps. | 55,60 | Passando # 10 úmida | 0,00 | Areia média = # 2,0 - 0,42 mm | 6,3 |
| Solo sêco + Caps. | 54,30 | Peso da água | 0,00 | Areia fina = # 0,042 - 0,074 mm | 60,4 |
| Peso da água | 1,3 | Passando # 10 sêco | 0,00 | Passando na # 0,074 mm | 33,3 |
| Peso do solo sêco | 38,50 | Samostra total seca | 0,00 | Total = | 100,0 |
| Úmididade Higrosc. | 3,38 | Amostra menor na # 10 úmida | 100,00 | Retido na # 2,0 - 0,074 mm | |
| Fator de correção | 0,967 | Amostra menor na # 10 sêca | 96,73 | Faixa: N DNIT | |

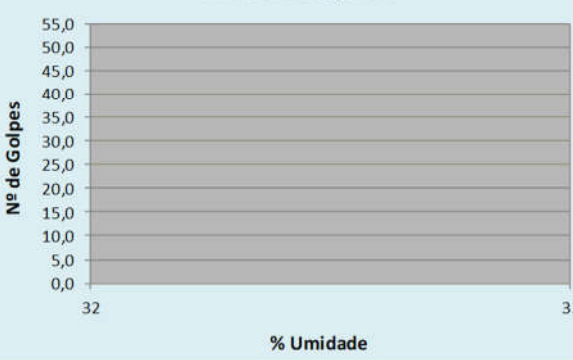
| Peneiras | | Peneiramento Grosso | | | |
|----------|------|---------------------|----------|---------|------------|
| Nº | MM | Peso gr | % Retida | % Acum. | % passando |
| 2" | 50,8 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 1" | 25,4 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 3/4" | 19,1 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 3/8" | 9,5 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 4 | 4,8 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 10 | 2,0 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |


| Peneiras | | Amostra passando na # 10 | | % Parcial | % Am. |
|----------|-------|--------------------------|--------|-----------|----------------|
| Nº | MM | Peso gr | % Ret. | % acum. | Passando Total |
| 40 | 0,42 | 6,07 | 6,27 | 6,3 | 93,7 |
| 200 | 0,074 | 58,45 | 60,42 | 66,7 | 33,3 |



ENSAIOS FÍSICOS

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------|------------------------|---------|---------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------|--------------------|
| Cap. nº | Capsula solo e água | Capsula e solo sêco | Peso da capsula | Peso da água | Peso do solo sêco | % de água | Numero de golpes | Cap. nº | Capsula solo e água | Capsula solo sêco | Peso da capsula | Peso da água | Peso do solo sêco | % de água | Limite de plastic. |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,0 |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | |
| | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | | | | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | |

| MASSA ESPECÍFICA REAL | | LIMITE DE LIQUIDEZ | | Índice de plasticidade | |
|--------------------------------|--|--|-----------------------------|------------------------|--|
| Numero do picnômetro | |  | Liquidez | 0,0 | |
| Peso do picnômetro e solo | | | Plasticidade | 0,0 | |
| Peso do solo | | | Índice plast. | 0,0 | |
| Peso do picnômetro solo e agua | | | Equivalente de Areia | | |
| Peso do picnômetro e agua | | | H 1 | | |
| Peso da agua | | | H 2 | | |
| Peso da agua sobre o solo | | | EA | | |
| Volume | | | EA/M | | |
| Densidade | | | Classificação | | |
| Temperatura da agua | | | I G | 0 | |
| Densidade relativa da agua | | HRB | A-2-4 | | |
| Densidade real | | | | | |



LABORATORISTA DA EMPRESA

LABORATORISTA FISCAL



ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

| | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|-------------------|------------|
| CIDADE: | CORGUINHO - MS | Nº de camadas: | 5 | Profundidade | Data |
| TRECHO: | Vila Olaria e Freitas | Nº de golpes: PN | 12 | 0,20 a 1,50m | 30/06/2023 |
| SUBTRECHO: | Rua Osvaldo Aranha | Serviço: | SUBLEITO | Furo: F-03 | Jazida: |
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | Laboratorista: | Edvaldo | Estaca: | 09 |
| | | Prof. | 1,5 | Operador: | Equipe |
| Cápsula nº | 23 | RESULTADOS | | | |
| Peso da cáps. | 16,05 | Massa Específica Máxima | -----1,872 g/cm³ | | |
| Peso da cáps. + solo úmido | 47,80 | Umidade Ótima | -----13,1 % | | |
| Peso da cáps. + solo seco | 46,80 | Energia | -----Normal | | |
| Peso da água | 1,00 | ISC | -----17,4 % | | |
| Peso solo seco | 30,75 | Expansão | -----0,00 % | | |
| Úmidade higroscópica | 3,25 | IG ----- 0 | HRB ----- A-4 | Tipo Solo | |

Soquete: 4,536 Kg **Disco Espaçador:** 2,5 **Amostra:** 6000 kg **Obs:** Areia siltosa rosada

| Cilindro Número | Peso do Cilindro | Volume do Cilindro | Peso da amostra compactada e peso do cilindro -g | Peso da amostra compactada g. | Massa do solo úmido g/cm³ | Determinação da umidade | | | | | | Massa espec. do solo seco g/cm³ | |
|-----------------|------------------|--------------------|--|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|--------------|----------------|--------|---------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Peso Bruto | Água Existente | Água Adicionada | Peso da Água | Peso Solo Seco | Umid.% | | % Média da Água |
| 76 | 5523 | 2092 | 9189 | 3666 | 1,752 | 6.000 | 189 | 295 | 484 | 5811 | | 8,3 | 1,618 |
| 76 | 5523 | 2092 | 9652 | 4129 | 1,974 | 6.000 | 484 | 120 | 604 | 5811 | | 10,4 | 1,788 |
| 76 | 5523 | 2092 | 9915 | 4392 | 2,099 | 6000 | 604 | 120 | 724 | 5811 | | 12,5 | 1,867 |
| 76 | 5523 | 2092 | 9955 | 4432 | 2,119 | 6000 | 724 | 120 | 844 | 5811 | | 14,5 | 1,850 |
| 76 | 5523 | 2092 | 9810 | 4287 | 2,049 | 6000 | 844 | 120 | 964 | 5811 | | 16,6 | 1,758 |

Compactação




Lab. Empresa

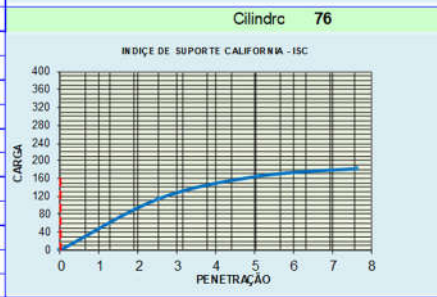
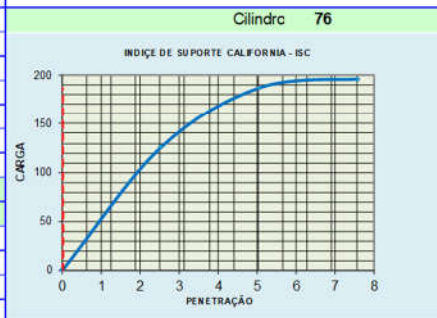
Fiscalização



INDICE SUPORTE CALIFORNIA - ISC

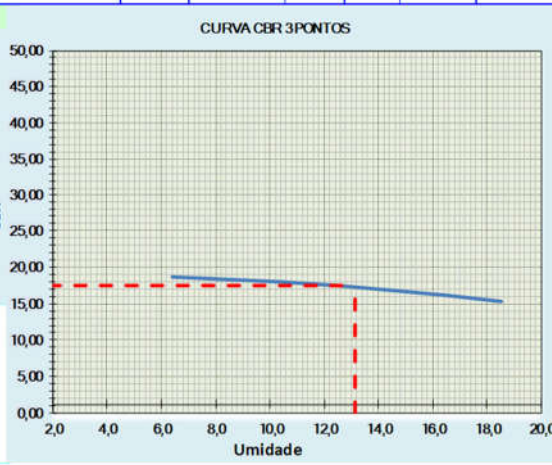
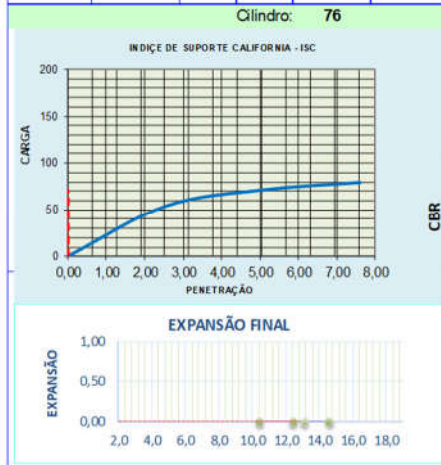
| | | | | | |
|------------|-----------------------|---------------|-----------|--------------|------------|
| RODOVIA: | CORGUINHO - MS | KM: | Profund.: | Jazida: | Data: |
| TRECHO: | Vila Olaria e Freitas | ESTACA: | 9 | 0,20 a 1,50m | 30/06/2023 |
| SUBTRECHO: | Rua Osvaldo Aranha | SERVIÇO FASE: | SUBLEITO | | 04/07/2023 |

| ENERGIA | Normal | | | Material: Areia silteosa rosada |
|-----------------------------|------------|---------------|------------------------|---------------------------------|
| CILINDRO: | Nº | 76 | 76 | 76 |
| PESO DO CILINDRO+SOLO+ÁGUA: | g | 9652 | 9915 | 9955 |
| PESO DO CILINDRO: | g | 5523 | 5523 | 5523 |
| PESO DO SOLO ÚMIDO: | g | 4129 | 4392 | 4432 |
| VOLUME DO CILINDRO: | g | 2092 | 2092 | 2092 |
| DENSIDADE DO SOLO ÚMIDO: | Kg/m³ | 1,974 | 2,099 | 2,119 |
| Leitura inicial mm dia: | 30/06/2023 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Leitura final mm dia: | 04/07/2023 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Leitura: | mm | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Altura da amostra: | mm | 11,34 | 11,34 | 11,34 |
| PESO BRUTO | | 6000 | 6000 | 6000 |
| PESO DA CÁPSULA: | g | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PESO DA CÁPSULA+SOLO+ÁGUA: | g | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PESO DA CÁPSULA+SOLO: | g | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| PESO DA ÁGUA: | g | 604 | 724 | 844 |
| PESO DO SOLO SÊCO: | g | 5811 | 5811 | 5811 |
| ÚMIDADE: | % | 10,4 | 12,5 | 14,5 |
| FATOR DE CORREÇÃO | | 0,906 | 0,889 | 0,873 |
| DENSIDADE DO SOLO SÊCO: | Kg/m³ | 1,788 | 1,867 | 1,850 |
| EXPANSÃO: | % | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ISC | % | 18,3 | 16,8 | 7,8 |
| ISC FINAL | % | 17,4 % | Expansão Final: | 0,00 % |



Cte. Da prensa em 2" 0,1461 Cte. Da prensa em 4" 0,0974

| 100 | Cilindro: 76 | | | | Cilindro: 76 | | | | Cilindro: 76 | | | | |
|-----------|---------------|---------|------|-------------|---------------|---------|------|-------------|---------------|---------|-----|-------------|---------------|
| Tempo (s) | Pen. (1/100") | Leitura | ISC | Leit. Corr. | ISC (Corrig.) | Leitura | ISC | Leit. Corr. | ISC (Corrig.) | Leitura | ISC | Leit. Corr. | ISC (Corrig.) |
| | 0,00 | | | | | | | | | | | | |
| 0,5 | 0,63 | 18 | | | | 20 | | | | 7 | | | |
| 1,0 | 1,27 | 39 | | | | 56 | | | | 18 | | | |
| 1,5 | 1,91 | 72 | | | | 84 | | | | 39 | | | |
| 2,0 | 2,54 | 125,5 | 18,3 | | | 115 | 16,8 | | | 53,5 | 7,8 | | |
| 3,0 | 3,81 | 168 | | | | 135 | | | | 63 | | | |
| 4,0 | 5,08 | 187 | 18,2 | | | 165 | 16,1 | | | 71 | 6,9 | | |
| 6,0 | 7,82 | 196 | | | | 182 | | | | 79 | | | |



Lab. Empresa

Fiscalização

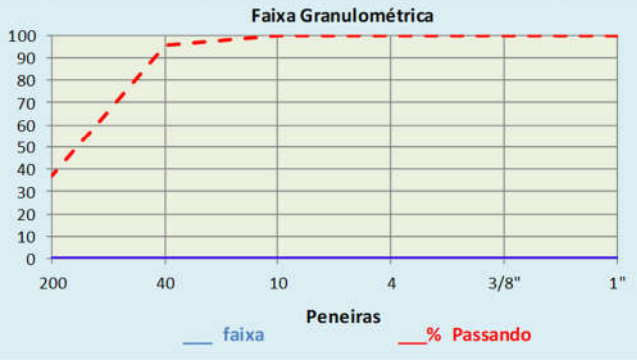
| OBRA/LOCAL: | | MATERIAL: | | Profund. | Data |
|-----------------------|--|----------------------|--|--------------|------------|
| CORGUINHO - MS | | Areia siltosa rosada | | | |
| TRECHO: | | ESTACA: | | 0,20 a 1,50m | 30/06/2023 |
| Vila Olaria e Freitas | | 9 | | | |
| SUB TRECHO: | | SERVIÇO FASE: | | Furo: | 04/07/2023 |
| Rua Osvaldo Aranha | | SUBLEITO | | F-03 | |

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

| Úmididade Higroscópica | | Amostra total seca | | Resumo da Granulometria | |
|------------------------|-------|-----------------------------|--------|---------------------------------|-------|
| Capsula nº | 23 | Amostra total úmida | 0,00 | Pedregulho acima da # 4,8 mm | 0,0 |
| Peso da caps. | 16,05 | Retido na # 10 sêco | 0,00 | Areia grossa = # 4,8 - 2,0 mm | 0,0 |
| Solo úmido + Caps. | 47,80 | Passando # 10 úmida | 0,00 | Areia média = # 2,0 - 0,42 mm | 4,2 |
| Solo sêco + Caps. | 46,80 | Peso da água | 0,00 | Areia fina = # 0,042 - 0,074 mm | 59,0 |
| Peso da água | 1,0 | Passando # 10 sêco | 0,00 | Passando na # 0,074 mm | 36,7 |
| Peso do solo sêco | 30,75 | Samostra total seca | 0,00 | Total = | 100,0 |
| Úmididade Higrosc. | 3,25 | Amostra menor na # 10 úmida | 100,00 | Retido na # 2,0 - 0,074 mm | |
| Fator de correção | 0,969 | Amostra menor na # 10 sêca | 96,85 | | |

| Peneiras | | Peneiramento Grosso | | | |
|----------|------|---------------------|----------|---------|------------|
| Nº | MM | Peso gr | % Retida | % Acum. | % passando |
| 2" | 50,8 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 1" | 25,4 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 3/4" | 19,1 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 3/8" | 9,5 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 4 | 4,8 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 10 | 2,0 | | 0,00 | 0,0 | 100,0 |

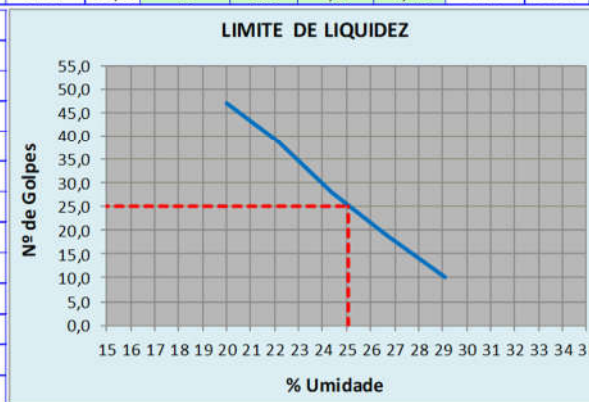
| Peneiras | | Amostra passando na # 10 | | % Parcial | | % Am. | |
|----------|-------|--------------------------|--------|-----------|----------|-------|--|
| Nº | MM | Peso gr | % Ret. | % acum. | Passando | Total | |
| 40 | 0,42 | 4,09 | 4,22 | 4,2 | 95,8 | 95,8 | |
| 200 | 0,074 | 57,19 | 59,05 | 63,3 | 36,7 | 36,7 | |



ENSAIOS FÍSICOS

| LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | | | | LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------|------------------|------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------|--------------------|
| Cap. nº | Capsula solo e água | Capsula e solo sêco | Peso da capsula | Peso da água | Peso do solo sêco | % de água | Numero de golpes | Cap. nº | Capsula solo e água | Capsula solo sêco | Peso da capsula | Peso da água | Peso do solo sêco | % de água | Limite de plastic. |
| 42 | 13,67 | 12,48 | 6,53 | 1,19 | 5,95 | 20,0 | 47 | 139 | 10,06 | 9,58 | 6,90 | 0,48 | 2,68 | 17,9 | 18,6 |
| 108 | 13,89 | 12,57 | 6,59 | 1,32 | 5,98 | 22,1 | 39 | 140 | 9,72 | 9,19 | 6,90 | 0,53 | 2,29 | 23,1 | |
| 57 | 14,27 | 12,85 | 7,03 | 1,42 | 5,82 | 24,4 | 28 | 102 | 9,20 | 8,79 | 6,60 | 0,41 | 2,19 | 18,7 | |
| 16 | 13,33 | 11,91 | 6,59 | 1,42 | 5,32 | 26,7 | 19 | 110 | 9,38 | 8,97 | 6,74 | 0,41 | 2,23 | 18,4 | |
| 76 | 13,82 | 12,10 | 6,19 | 1,72 | 5,91 | 29,1 | 10 | 83 | 9,17 | 8,80 | 6,74 | 0,37 | 2,06 | 18,0 | |

| MASSA ESPECÍFICA REAL | |
|--------------------------------|--|
| Numero do picnômetro | |
| Peso do picnômetro e solo | |
| Peso do solo | |
| Peso do picnômetro solo e agua | |
| Peso do picnômetro e agua | |
| Peso da agua | |
| Peso da agua sobre o solo | |
| Volume | |
| Densidade | |
| Temperatura da agua | |
| Densidade relativa da agua | |
| Densidade real | |



| Índice de plasticidade | |
|------------------------|------|
| Liquidez | 25,1 |
| Plasticidade | 18,6 |
| Índice plast. | 6,5 |

| Equivalente de Areia | |
|----------------------|--|
| H 1 | |
| H 2 | |
| EA | |
| EA/M | |

| Classificação | |
|---------------|-----|
| I G | 0 |
| HRB | A-4 |

LABORATORISTA DA EMPRESA
LABORATORISTA FISCAL

3. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Pavimentação foi desenvolvido de formas a obter uma estrutura de pavimento com capacidade para suportar as cargas geradas pelo tráfego, a um menor custo econômico, e em condições de conforto e segurança para os usuários, num período de projeto de 10 anos. Estas condições foram obtidas através da correta interpretação das características do tráfego e da indicação de materiais de boa qualidade e que obedeçam às menores distâncias de transporte.

3.2. OBJETIVO

O projeto tem por objetivo a definição da seção transversal do pavimento, em tangente e em curva, sua variação ao longo do trecho, bem como a fixação do tipo de pavimento, definindo as camadas componentes, os quantitativos de serviços e a distribuição dos materiais a serem utilizados.

3.3. METODOLOGIA

O dimensionamento do pavimento foi elaborado através da aplicação do Método de dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER de autoria do Engenheiro Murillo Lopes de Souza, reformulado em 1996, e IP-04/2004 (Instruções de Projeto da Prefeitura do Município de São Paulo).

Para aplicação deste método, é necessário o conhecimento dos seguintes parâmetros, a saber:

- Número "N" (Número de operações do eixo padrão de 8,2 toneladas);
- ISP - Índice de Suporte de Projeto ou CBR característico dos materiais de subleito e dos materiais disponíveis para sub-base e base. Tal índice será calculado através de análise estatística dos resultados de ISC (Índice de Suporte Califórnia) obtidos nos segmentos homogêneos.

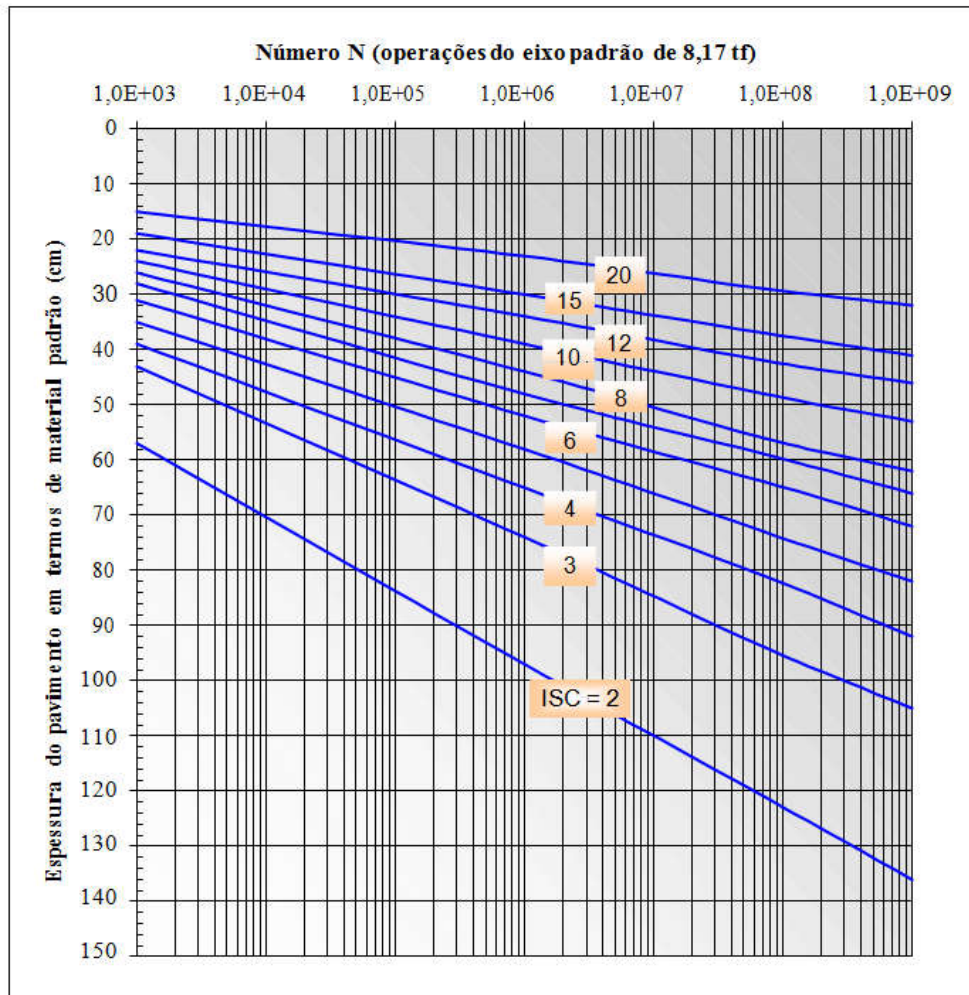
3.4. DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

No dimensionamento do pavimento adotou-se o "Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis", do Eng^o Murillo Lopes de Souza, mencionado anteriormente, e foi utilizado o ábaco abaixo.

O gráfico abaixo indica a espessura total do pavimento, em função de "N" e de I.S.C. ou C.B.R.; a espessura fornecida por este gráfico é em termos de material com K=1,00, isto é, em termos de base granular. Entrando-se em abscissas, com o valor de

"N", procede-se verticalmente até encontrar a reta representativa da capacidade de suporte (I.S.C. ou C.B.R.) em causa e, procedendo-se horizontalmente, então, encontra-se, em ordenadas, a espessura do pavimento.

A espessura mínima a adotar para compactação de camadas granulares é de 10 cm, a espessura total mínima para estas camadas, quando utilizadas, é de 15 cm e a espessura máxima para compactação é de 20 cm.



$$H_t = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,596}$$

Ábaco de Dimensionamento do Método DNIT – 2006

- Inequação de Dimensionamento

As espessuras finais das camadas do pavimento são calculadas através das inequações seguintes, exceto a do revestimento betuminoso que é tabelada em função do Número N:

- Espessura do Revestimento – R

R é tabelado em função do Número N

- Espessura da Base – B

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

- Espessura da Sub-base – SB

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$$

- Espessura do Reforço – REF

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

R – espessura do revestimento (cm)

K_R – coeficiente de equivalência estrutural do revestimento B

B – espessura da base (cm)

K_B – coeficiente de equivalência estrutural da base

SB – espessura da sub-base (cm)

K_{SB} – coeficiente de equivalência estrutural da sub-base

REF – espessura do reforço (cm)

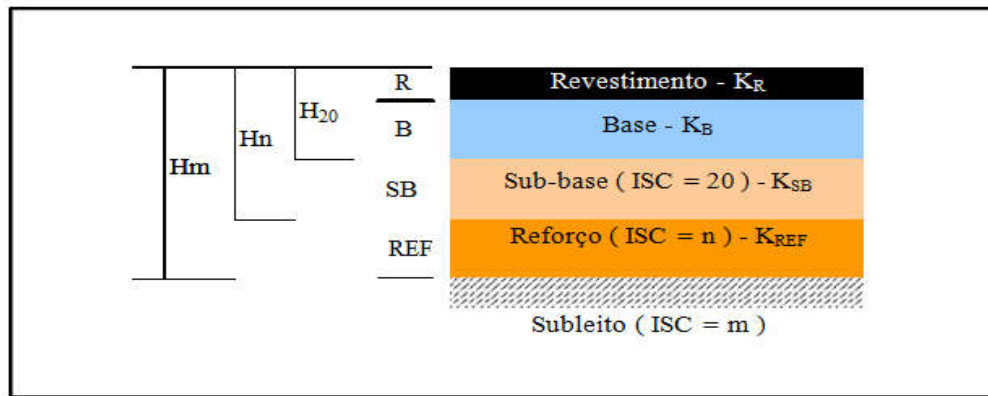
K_{REF} – coeficiente de equivalência estrutural do reforço

H_n – espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço

H_m – espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito

Abaixo segue o esquema gráfico do Pavimento e Parâmetros de Dimensionamento:

Cálculo do CBR de projeto (CBRp), presente 95% de nível de confiança, conforme Termo de Referência, tem-se:



$$CBR_p = CBR_{\text{m\u00e9dio}} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

Onde:

$$CBR_{\text{m\u00e9dio}} = \frac{\sum CBR_i}{n} \quad \text{e} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - CBR_{\text{m\u00e9dio}})^2}{n-1}}$$

| TIPO DE VIA | FUNÇÃO PREDOMINANTE | TRÁFEGO PREVISTO | VDM INICIAL NA FAIXA MAIS SOLICITADA | | NÚMERO "N" | |
|-------------|--|-------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
| | | | PASSEIO | COMERCIAL | 10 ANOS | Característico |
| V-6 | Local - via de articulação com Coletoras | Muito leve | ≤ 95 | ≤ 1 | 1 x 10 ³ | 3 x 10 ³ |
| V-5 | Coletora - via alimentadora das Arteriais e Principais | Leve | 100 a 400 | 4 a 20 | 2,7 x 10 ⁵ | 1 x 10 ⁵ |
| V-4 | Principal II - via de continuidade da Principal I. Ligação entre regiões | M\u00e9dio | 401 a 1.500 | 21 a 100 | 1,4 x 10 ⁵ | 5 x 10 ⁵ |
| V-3 | Principal I - via de continuidade da Arterial | M\u00e9dio pesado | 1.501 a 5.000 | 101 a 300 | 1 x 10 ⁶ | 2 x 10 ⁶ |
| V-2 | Arterial - via de penetração | Pesado | 5.001 a 10.000 | 301 a 1.000 | 1 x 10 ⁷ | 2 x 10 ⁷ |
| V-1 | Perimetral - rodovia de circula\u00e7\u00e3o \u00e0 \u00e1rea urbana | Muito pesado | > 10.000 | 1.001 a 2.000 | 3,3 x 10 ⁷ | 5 x 10 ⁷ |

Quadro 1 – Quadro do N\u00famero N, per\u00edodo de projeto de 10 anos

N\u00famero **N** adotado V-5 Coletora – via alimentadora de Art\u00e9rias e Principais

$$N = 3 \times 10^3$$

C\u00e1lculo do Suporte (CBR) do Subleito para Projeto

Os dados geotécnicos, para fins de dimensionamento do pavimento, serão tratados estatisticamente, por universo de solos, que deverá conter pelo menos 3 (três) unidades de ensaios. Esse tratamento estatístico poderá ser feito através da distribuição "t" de Student, adequada ao controle pela média de amostragens pequenas e com nível de confiança de 95 % para o suporte de projeto.

Esta sistemática de cálculo do suporte deve ser usada também para obtenção do CBR do reforço e demais camadas granulares.

A Figura 1.3 mostra os valores "t" de Student para este nível de confiança.

Figura 1.3

| n-1 | t _{0,90} | n-1 | t _{0,90} | n-1 | t _{0,90} | n-1 | t _{0,90} |
|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|
| 1 | 3,08 | 11 | 1,36 | 21 | 1,32 | 40 | 1,30 |
| 2 | 1,89 | 12 | 1,36 | 22 | 1,32 | 60 | 1,30 |
| 3 | 1,64 | 13 | 1,35 | 23 | 1,32 | 120 | 1,29 |
| 4 | 1,53 | 14 | 1,34 | 24 | 1,32 | ∞ | 1,28 |
| 5 | 1,48 | 15 | 1,34 | 25 | 1,32 | | |
| 6 | 1,44 | 16 | 1,34 | 26 | 1,32 | | |
| 7 | 1,42 | 17 | 1,33 | 27 | 1,31 | | |
| 8 | 1,40 | 18 | 1,33 | 28 | 1,31 | | |
| 9 | 1,38 | 19 | 1,33 | 29 | 1,31 | | |
| 10 | 1,37 | 20 | 1,32 | 30 | 1,31 | | |

Onde: **n** = número de amostras

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 95% de nível de confiança, tem-se:

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}}$$

$$\text{onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}}$$

3.4.1. Parâmetros do Subleito

DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

| FURO | CBR (%) | CBRi - CBRmédio (%) |
|----------------------------|-----------------|-------------------------------|
| F-01 | 18,80 | 0,01 |
| F-02 | 19,19 | 0,10 |
| F-03 | 18,41 | 0,21 |
| F-04 | 17,53 | 1,79 |
| F-05 | 21,56 | 7,24 |
| F-06 | 17,42 | 2,10 |
| F-07 | 18,26 | 0,37 |
| F-08 | 20,36 | 2,21 |
| F-09 | 16,46 | 5,80 |
| F-10 | 19,09 | 0,05 |
| F-11 | 20,55 | 2,83 |
| F-12 | 21,18 | 5,36 |
| F-13 | 17,09 | 3,15 |
| F-14 | 18,26 | 0,37 |
| CBRmédio | 18,87 | 31,59 |
| Desvio Padrão (S) | 1,56 | n (número de ensaios): |
| CBRp | 18,16 | 14,00 |
| N - Via Local: | 1,00E+05 | to,90: |
| | | 1,64 |
| | | Hn: |
| | | 23,89 |
| | | H20: |
| | | 23,89 |

unidades
(n-1)
cm
cm

3.4.2. Parâmetros da Base

1. IS ou CBR \geq 80(para N \geq 5x10⁶)
2. IS ou CBR \geq 60(para N <5x10⁶)
3. Limite de liquidez \leq 25%
4. Expansão \leq 0,5%
5. Índice de Plasticidade \leq 6
6. Equivalente de areia $>$ 20%

Obs.: caso LL $>$ 25% E IP $>$ 6, Equivalente de areia $>$ 30%

CBR (médio)=114,30%

a) Resolução das Inequações

| Componentes do Pavimento | Coefficiente K |
|---|----------------|
| Base ou revestimento do concreto betuminoso | 2,00 |
| Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa | 1,70 |
| Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa | 1,40 |
| Base ou revestimento betuminoso por penetração | 1,20 |
| Camadas granulares | 0,77 a 1,00 |
| Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ² | 1,70 |
| Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ² | 1,40 |
| Idem, com resistência à compressão a 7 dias entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ² | 1,20 |

Logo:

| | | | |
|-----------|--|-----------------|-----------------|
| VIA LOCAL | CÁLCULO DE BASE: $R \times KR + B \times KB \geq H20$ | | |
| | R: | 3,00 | cm |
| | KR: | 2,00 | |
| | B: | 17,89 | → Adotado 18,00 |
| | KB: | 1,00 | |
| | H20: | 23,89 | cm |
| | CÁLCULO DE SUB BASE: $R \times KR + B \times KB + SB \times KSB \geq Hn$ | | |
| | R: | 3,00 | cm |
| | KR: | 2,00 | |
| | B: | 20,00 | cm |
| KB: | 1,00 | | |
| SB: | -2,11 | → Adotado -2,00 | |
| KSB: | 1,00 | | |
| Hn: | 23,89 | cm | |

4. PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.1. INTRODUÇÃO

No processo de crescimento populacional com implantação de diversas obras, o sistema de drenagem se sobressai como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais, quanto em razão da interferência com os demais sistemas de infraestrutura, além de que, com retenção da água na superfície do solo, surgem diversos problemas que afetam diretamente a qualidade de vida desta população.

O sistema de drenagem de um núcleo habitacional é o mais destacado no processo de expansão urbana, ou seja, o que mais facilmente comprova a sua ineficiência,

imediatamente após as precipitações significativas, trazendo transtornos à população quando causa inundações e alagamentos. Além desses problemas gerados, propicia também o aparecimento de doenças. Para isso tudo, estas águas deverão ser drenadas e como medida preventiva adotar-se um sistema de escoamento eficaz que possa sofrer adaptações, para atender à evolução urbanística, que aparece no decorrer do tempo.

Para que este objetivo seja atingido, é de fundamental importância a realização de pesquisas detalhadas, para identificação dos locais atingidos pela ação das chuvas. Um sistema geral de drenagem urbana é constituído pelos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

4.2. IMPORTÂNCIA SANITÁRIA

Sob o ponto de vista sanitário, a drenagem visa principalmente:

Desobstruir os cursos d'água dos igarapés e riachos, para eliminação dos criadouros (formação de lagoas) combatendo, por exemplo, a dengue; e a não propagação de algumas doenças de veiculação hídrica.

4.3. CONCEITO

a) Microdrenagem

A Microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana, que propicia a ocupação do espaço urbano ou Peri urbano por uma forma artificial de assentamento, adaptando-se ao sistema de circulação viária.

É formada de:

Boca de lobo: dispositivos para captação de águas pluviais, localizados nas sarjetas;

Sarjetas: elemento de drenagem das vias públicas. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam;

Poço de visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e limpeza das canalizações;

Tubos de ligações: são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para a galeria ou para os poços de visita;

Condutos: obras destinadas à condução das águas superficiais coletadas.

b) Macrodrenagem

É um conjunto de obras que visam melhorar as condições de escoamento de forma a atenuar os problemas de erosões, assoreamento e inundações ao longo dos principais talwegues (fundo de vale). Ela é responsável pelo escoamento final das águas, a qual pode ser formada por canais naturais ou artificiais, galerias de grandes dimensões e estruturas auxiliares.

A macrodrenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, sendo constituída pelos igarapés, córregos, riachos e rios localizados nos talwegues e valas. Os canais são cursos d'água artificiais destinados a conduzir água à superfície livre. A topografia do terreno, natureza do solo e o tipo de escoamento, determinam a forma da seção a serem adotadas, as inclinações de taludes e declividade longitudinal dos canais.

Apesar de independentes, as obras de macrodrenagem mantêm um estreito relacionamento com o sistema de drenagem urbano, devendo, portanto, ser projetadas conjuntamente para uma determinada área.

As obras de macrodrenagem consistem em:

- Retificação e/ou ampliação das seções de cursos naturais;
- Construção de canais artificiais ou galerias de grandes dimensões;
- Estruturas auxiliares para proteção contra erosões e assoreamento, travessias (obras de arte) e estações de bombeamento.

As razões para a necessidade de implantar ou ampliar nos centros urbanos, as vias de macrodrenagem são:

- Saneamento de áreas alagadiças;
- Ampliação da malha viária em vales ocupados;
- Evitar o aumento de contribuição de sedimento provocado pelo desmatamento e manejo inadequado dos terrenos, lixos lançados sobre os leitos;
- A ocupação dos leitos secundários de córregos.

4.4. CRITÉRIOS E ESTUDOS PARA OBRAS DE DRENAGEM

a) Levantamento topográfico que permita:

- Avaliar o volume da água empoçada;
- Conhecer a superfície do local em diferentes alturas;
- Determinar a profundidade do ponto mais baixo a drenar;

- Encontrar a localização de uma saída apropriada; e,
 - Determinar o traçado dos canais ou valas.
- b) Estudo da origem da água que alimenta a área alagada, análise das consequências prováveis da vazão máxima e mínima, o uso da água e a reprodução de vetores;
- c) Estudo do subsolo com ênfase na sua permeabilidade;
- d) Distâncias a zonas povoadas, de trabalho ou lazer;
- e) Exame da possibilidade de utilizar o material ao escavar as valas;
- f) Estudo das consequências ecológicas e da aceitação da drenagem pela população.

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

No Método Racional o valor do coeficiente de escoamento superficial da bacia será determinado a partir da média ponderada dos coeficientes das áreas parciais.

Quadro 4.3.1 - Coeficiente de escoamento superficial (runoff) – “C”

| <i>Tipologia da área de drenagem</i> | <i>Coeficiente de escoamento superficial</i> |
|--|--|
| Áreas Comerciais | 0,70 – 0,95 |
| áreas centrais | 0,70 – 0,95 |
| áreas de bairros | 0,50 – 0,70 |
| Áreas Residenciais | |
| residenciais isoladas | 0,35 – 0,50 |
| unidades múltiplas, separadas | 0,40 – 0,60 |
| unidades múltiplas, conjugadas | 0,60 – 0,75 |
| áreas com lotes de 2.000 m ² ou maiores | 0,30 – 0,45 |
| áreas suburbanas | 0,25 – 0,40 |
| áreas com prédios de apartamentos | 0,50 – 0,70 |
| Áreas Industriais | |
| área com ocupação esparsa | 0,50 – 0,80 |
| área com ocupação densa | 0,60 – 0,90 |
| Superfícies | |

| | |
|---|-------------|
| asfalto | 0,70 – 0,95 |
| concreto | 0,80 – 0,95 |
| blocket | 0,70 – 0,89 |
| telhado | 0,75 – 0,95 |
| solo compactado | 0,59 - 0,79 |
| Áreas sem melhoramentos ou naturais | |
| solo arenoso, declividade baixa < 2 % | 0,05 – 0,10 |
| solo arenoso, declividade média entre 2% e 7% | 0,10 – 0,15 |
| solo arenoso, declividade alta > 7 % | 0,15 – 0,20 |
| solo argiloso, declividade baixa < 2 % | 0,15 – 0,20 |
| solo argiloso, declividade média entre 2% e 7% | 0,20 – 0,25 |
| solo argiloso, declividade alta > 7 % | 0,25 – 0,30 |
| grama, em solo arenoso, declividade baixa < 2% | 0,05 - 0,10 |
| grama, em solo arenoso, declividade média entre 2% e 7% | 0,10 - 0,15 |
| grama, em solo arenoso, declividade alta > 7% | 0,15 - 0,20 |
| grama, em solo argiloso, declividade baixa < 2% | 0,13 - 0,17 |
| grama, em solo argiloso, declividade média 2% < S < 7% | 0,18 - 0,22 |
| grama, em solo argiloso, declividade alta > 7% | 0,25 - 0,35 |
| florestas com declividade <5% | 0,25 – 0,30 |
| florestas com declividade média entre 5% e 10% | 0,30 0,35 |
| florestas com declividade >10% | 0,45 – 0,50 |
| capoeira ou pasto com declividade <5% | 0,25 – 0,30 |
| capoeira ou pasto com declividade entre 5% e 10% | 0,30 – 0,36 |
| capoeira ou pasto com declividade > 10% | 0,35 – 0,42 |

4.5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Em projetos de microdrenagem, quando a área a montante for urbanizada ou estiver em processo de urbanização, com divisor de águas a uma distância aproximada de 60m, o tempo de concentração inicial será obtido no quadro 4.3.2:

Quadro 4.3.2 - Tempo de concentração para áreas urbanizadas

| <i>Tipologia da área a montante</i> | <i>Declividade da sarjeta</i> | |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| | <i>< 3%</i> | <i>> 3%</i> |
| Áreas de construções densas | 10 min | 7 min |
| Áreas residenciais | 12 min | 10 min |
| Parques, jardins, campos | 15 min | 12 min |

O tempo de concentração (t_c) será determinado a partir da soma de tempos distintos:

$$t_c = t_p + t_e$$

onde:

t_p = tempo de percurso – tempo de escoamento dentro da galeria ou canal, calculado pelo Método Cinemático;

t_e = tempo de entrada – tempo gasto pelas chuvas caídas nos pontos mais distantes da bacia para atingirem o primeiro ralo ou seção considerada;

4.6. TEMPO DE RECORRÊNCIA

O tempo de recorrência ou período de retorno adotado na determinação da vazão de projeto e, conseqüentemente, no dimensionamento dos dispositivos de drenagem, foi considerado em conformidade ao quadro 4.3.3:

Quadro 4.3.3 - Tempo de recorrência

| <i>Tipo de dispositivo de drenagem</i> | <i>Tempo de recorrência Tr (anos)</i> |
|--|---------------------------------------|
| Microdrenagem - dispositivos de drenagem superficial, galerias de águas pluviais | 5 ou 10 |
| Aproveitamento de rede existente - Microdrenagem | 5 |
| Canais de macrodrenagem não revestidos | 25 |

| | |
|--|----|
| Canais de macrodrenagem revestidos, com verificação para $Tr = 50$ anos sem considerar borda livre | 25 |
|--|----|

4.7. INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A intensidade pluviométrica foi calculada a partir da aplicação de equações de chuvas intensas (IDF) válidas para o município de Bonito, que esta inserida na **isozona 09**, de acordo com o Caderno de Chuvas do MS, observado na figura 4.3.4.

4.7.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CHUVA

O método racional modificado, adotado em projetos de microdrenagem, contém o coeficiente de distribuição “n” definido em função da área de drenagem (A):

para $A \leq 1$ ha $\Rightarrow n = 1$

para $A > 1$ ha $\Rightarrow n = A-0,15$

4.7.2. MODELAGEM HIDROLÓGICA – MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

A metodologia de cálculos hidrológicos para determinação das vazões de projeto foi definida em função das áreas das bacias hidrográficas, conforme a seguir indicadas:

Método Racional Modificado \rightarrow Área ≤ 100 há

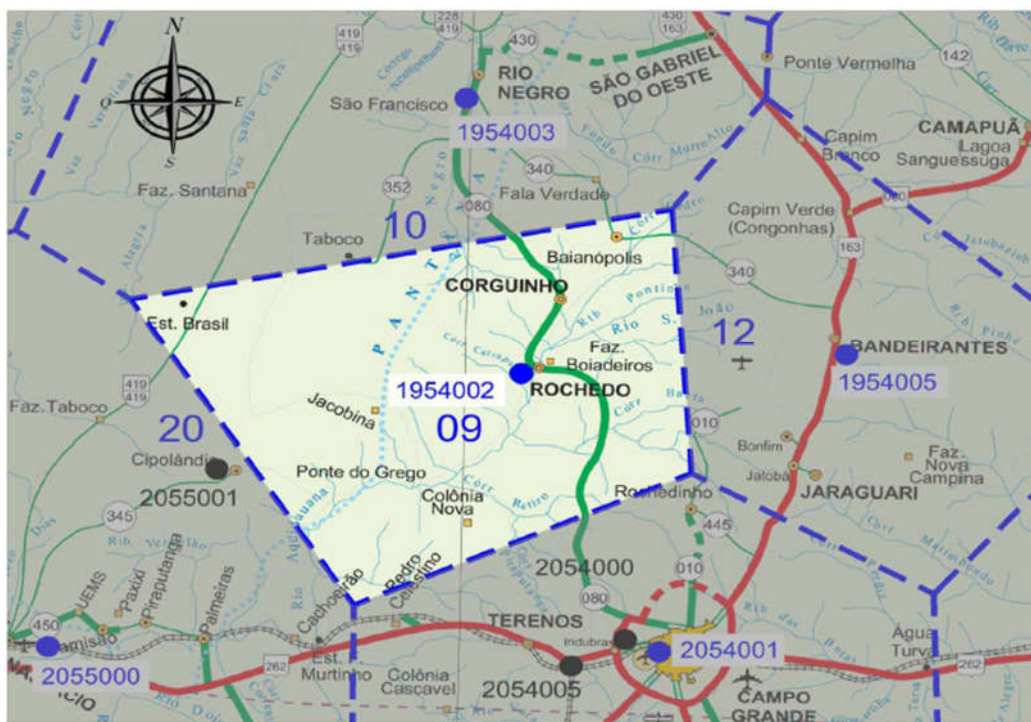
Figura 4.3.4 – Isozona 09 – Corguinho/MS.

| | |
|-----------------|-----------|
| ISOZONA: | 09 |
|-----------------|-----------|

| | | | |
|---------------------------------|----------|-----|--------|
| $I = B \cdot Tr^d + (tc + c)^e$ | | | |
| b = | 0,803 | c = | 11 |
| B = | 1.208,95 | d = | 0,147 |
| | | e = | 0,0013 |

| Número | Nº de Observação | Latitude | Longitude | Altitude |
|----------|------------------|-----------|-----------|----------|
| 01954002 | 30 Anos | -19:57:09 | -54:53:34 | 259 |

Mapa de Localização da Isozona



CONVENÇÕES

| | | | | |
|--|----------------|-----------------|-----------------------------|------------|
| RODOVIAS | FEDERAL | ESTADUAL | CIDADES OU VILAS | |
| DUPLICADA | ==== | ==== | (100.001 a 200.000 hab.) | ■ |
| PAVIMENTADA | ---- | ---- | (20.001 a 100.000 hab.) | ● |
| EM PAVIMENTAÇÃO | - - - - | - - - - | (5.001 a 20.000 hab.) | ● |
| IMPLANTADA | ---- | ---- | (até 5.000 hab.) | ● |
| FEDERAL, ESTADUAL E ESTADUAL TRANSITÓRIA | ==== | ==== | OUTRAS LOCALIDADES | ■ |
| ISOZONA | | | PONTO DE INTERESSE | ● |
| DELIMITAÇÃO DA ISOZONA | - - - - | | EST. PLUVIOM. UTILIZADA | ● 00000000 |
| NUMERAÇÃO DA ISOZONA | 00 | | EST. PLUVIOM. NÃO UTILIZADA | ● 00000000 |

| Município | População (*) | Demografia (hab/km²) | Altitude (m) |
|-----------|---------------|----------------------|--------------|
| CORGUINHO | 4.862 | 1,84 | 320 |
| ROCHEDO | 4.928 | 3,16 | 260 |

(*) Dados disponível pelo site do IBGE, referentes ao censo de 2010.

Mapa Político Rodoviário: Secretaria de Estado de Obras Públicas e de Transportes - SEOP / MS; Ed. 2014

O cálculo da vazão pelo Método Racional Modificado com a inclusão do critério de Fantoli é determinado pela seguinte equação:

$$Q = 0,00278 n i f A$$

onde:

Q = deflúvio gerado em m³/s;

n = coeficiente de distribuição:

para $A < 1$ ha, $n = 1$

para $A > 1$ ha, $n = A^{-0,15}$

i = intensidade de chuva em mm/h;

A = área da bacia de contribuição em hectares;

f = coeficiente de deflúvio (Fantoli).

$$f = m (it)^{1/3}$$

onde:

t = tempo de concentração em minutos;

$$m = 0,0725 C$$

onde:

C = coeficiente de escoamento superficial (**quadro 4.3.1**)

5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Coeficientes de rugosidade (Manning) – “ η ”

Galerias fechadas

| <i>Tipo de conduto</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Valor usual</i> |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Alvenaria de Tijolos | 0,014 | 0,017 | 0,015 |
| Tubos de concreto armado | 0,011 | 0,015 | 0,013 |

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Galeria celular de concreto – pré-moldada | 0,012 | 0,014 | 0,013 |
| Galeria celular de concreto – forma de madeira | 0,015 | 0,017 | 0,015 |
| Galeria celular de concreto – forma metálica | 0,012 | 0,014 | 0,013 |
| Tubos de PVC / PEAD | 0,009 | 0,011 | 0,011 |

Canais revestidos

| <i>Revestimento do canal</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Valor usual</i> |
|------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Concreto | 0,013 | 0,016 | 0,015 |
| Gabião manta | 0,022 | 0,027 | 0,027 |
| Gabião caixa | 0,026 | 0,029 | 0,029 |
| VSL | 0,015 | 0,017 | 0,017 |
| Rip-rap | 0,035 | 0,040 | 0,040 |
| Pedra argamassada | 0,025 | 0,040 | 0,028 |
| Gramma | 0,150 | 0,410 | 0,240 |

Canais escavados não revestidos

| <i>Tipo de canal</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Valor usual</i> |
|--------------------------------|---------------|---------------|--------------------|
| Terra, limpo, fundo regular | 0,028 | 0,033 | 0,030 |
| Terra com capim nos taludes | 0,035 | 0,060 | 0,045 |
| Sem manutenção | 0,050 | 0,140 | 0,070 |

Cursos d'água naturais

| <i>Curso d'água</i> | <i>Mínimo</i> | <i>Máximo</i> | <i>Valor usual</i> |
|---------------------|---------------|---------------|--------------------|
|---------------------|---------------|---------------|--------------------|

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Seção regular | 0,030 | 0,070 | 0,045 |
| Fundo de cascalho, seixos e poucos matacões | 0,040 | 0,050 | 0,040 |
| Fundo de seixos com matacões | 0,050 | 0,070 | 0,050 |
| Seção irregular com poços | 0,040 | 0,100 | 0,070 |

Escoamento superficial direto

| <i>Tipo de superfície</i> | <i>η</i> |
|------------------------------|--------------------------|
| Sarjeta de concreto | 0,016 |
| Asfalto liso | 0,013 |
| Asfalto áspero | 0,016 |
| Pavimento de concreto liso | 0,013 |
| Pavimento de concreto áspero | 0,015 |

Velocidades admissíveis galerias fechadas:

Velocidade máxima = 5,0 m/s

Velocidade mínima = 0,8 m/s

Velocidade mínima para seções abertas:

Para trechos onde há influência de maré = 0,6 m/s

Para outras condições = 0,8 m/s

Velocidade máxima para canais sem revestimento

| <i>Material</i> | <i>Velocidade Máxima (m/s)</i> |
|-----------------|--------------------------------|
| Argila | 0,80 – 1,60 |

| | |
|----------|-------------|
| Silte | 0,70 – 1,60 |
| Cascalho | 0,50 – 1,00 |
| Areia | 0,30 – 0,50 |

Velocidade máxima para canais revestidos

| <i>Material de Revestimento</i> | <i>Velocidade Máxima (m/s)</i> |
|---|--------------------------------|
| Fundo em terra e talude de concreto | 2,50 |
| Fundo e talude em concreto | 5,00 |
| Fundo em terra e taludes de grama em placas | 1,80 |
| Gabião tipo manta | 3,00 |
| Gabião tipo caixa | 4,00 |

Relação de enchimento (Y/D)

As galerias serão projetadas como condutos livres e deverão ser obedecidas em projeto as seguintes condições:

| <i>Tipo de conduto</i> | <i>Relação de enchimento</i> |
|--------------------------------|------------------------------|
| Galerias e ramais circulares | $Y/D \leq 0,85$ |
| Galerias retangulares fechadas | $Y/D \leq 0,90$ |
| Canaletas retangulares abertas | $Y/D \leq 0,80$ |

Profundidade mínima

A profundidade mínima (h) admissível para a geratriz inferior interna do tubo é definida da seguinte maneira:

$$h = 1,5 \varnothing + 0,40$$

onde:

h = profundidade mínima admissível (m);

\varnothing = diâmetro da tubulação (m).

GALERIAS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Para o dimensionamento das galerias de águas pluviais foi utilizado o método de cálculo de galeria em marcha, conduto livre, associando-se a formulação de Manning com a Equação da Continuidade, como segue:

$$V = (1 \div n) \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$Q = V \times A$$

onde:

V = velocidade média do escoamento, em m/s;

Q = capacidade de vazão, em m³/s;

n = coeficiente de rugosidade;

i = gradiente hidráulico, em m/m;

R = raio hidráulico, em m;

$$R = A \div P$$

A = área molhada, em m²;

P = perímetro molhado, em m.

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A capacidade de escoamento superficial junto aos bordos, sem que haja inundação das vias, impedindo que as águas pluviais invadam a pista de rolamento a ponto de comprometer o fluxo dos veículos.

Para tanto, a largura máxima da lâmina d'água escoada ($W_s \leq 2,50\text{m}$) foi compatível com a importância da via na hierarquização viária.

A vazão de escoamento foi obtida com o emprego da equação de Manning modificada por Izzard, apresentada abaixo:

$$Q = 0,375 (Z/\eta) S^{1/2} Y^{8/3}$$

onde:

Q = descarga teórica, em m^3/s ;

Z = inverso da declividade transversal;

S = declividade longitudinal, em m/m;

Y = lâmina d'água, em m;

η = coeficiente de rugosidade.

DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

Todos os dispositivos adotados no projeto foram aqueles padronizados pela AGESUL, a saber:

Poço de visita

Os poços de visita são dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, a fim de possibilitar a ligação as bocas-de-lobo, mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro e permitir a inspeção e limpeza da tubulação, devendo por isso, serem instalados em pontos convenientes da rede.

O espaçamento entre poços de vista (PV) foi inferior a 150m, independentemente do diâmetro da tubulação.

O poço de visita compõe-se de câmara (balão), pescoço (chaminé) e tampão de ferro fundido articulado com o quadro.

Não foi instalada escadas de marinheiro, conforme preconizado no Termo de referência, item 11.5 – C.

Caixa de passagem

Caixas de passagem são os dispositivos auxiliares implantados nas redes tubulares de águas pluviais, com o fim de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo através dos tubos de ligação (bigodes / ramais).

Somente em casos especiais poderão ser indicadas em substituição aos poços de visita, isto é, quando houver mudanças de direção, declividade e diâmetro de um trecho para outro de redes tubulares.

Boca de lobo

A boca-de-lobo é uma caixa dotada de grelha combinada com guia chapéu, com finalidade de coletar águas superficiais e encaminhá-las aos poços de visita ou caixas de passagem.

São aceitas pela AGESUL bocas de lobo com guia chapéu sem grelha (caixa coletora) em casos especiais, por exemplo em ciclovias, o que não foi o caso deste projeto.

Foi prevista a instalação de bocas de lobo com grelha sempre que a capacidade de escoamento da sarjeta foi excedida e nos pontos baixos dos greides.

A primeira boca de lobo foi locada a partir do divisor de águas até a seção da sarjeta onde a faixa de alagamento atinge o limite estabelecido para cada tipo de via.

As bocas de lobos foram ligadas aos poços de visita e caixas de passagem por intermédio de ramais (bigodes) com diâmetro mínimo de 0,40m e declividade mínima de 1%.

Nos cruzamentos, as bocas de lobo foram localizadas a montante do ponto de tangência.

Galeria tubular de concreto

Tubo de concreto é o elemento pré-moldado de seção circular de concreto armado a ser utilizado nas redes de águas pluviais, conhecidos como galerias tubulares de concreto.

Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico considerou o desempenho da galeria com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.

Os tubos serão pré-moldados de concreto, de encaixe tipo ponta e bolsa, obedecendo as exigências da NBR 8890 - 2003, classes PS-1 e PS-2 (concreto simples) e PA-1, PA-2 ou PA-3 (concreto armado), em função da altura máxima do aterro e conforme indicação de projeto, moldados em formas metálicas e ter o concreto adensado por vibração ou centrifugação.

Dispositivo de lançamento – fim de rede

O dispositivo de finalização de rede coletora foi apropriado para o exato local do lançamento, levando-se em conta a preservação da integridade do meio biótico e os aspectos fisiográficos originais, na seguinte coordenada:

5.1. FÓRMULAS PARA A VERIFICAÇÃO DOS DIÂMETROS ADOTADOS

Velocidade nos Dispositivos (v)

A velocidade dos dispositivos é calculada a partir da obtenção das declividades máximas e mínimas e deve estar entre as velocidades limítrofes, sendo utilizada a equação de Manning. O limite inferior está associado a autolimpeza, isto é, à ocorrência de assoreamento no interior dos condutos e o superior garante a integridade das estruturas de concreto conexas, como poços de visita e condutos.

$$v = \left(\frac{1}{\eta} \right) \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Onde:

v = velocidade (m/s);

R = raio hidráulico, relação entre a área transversal molhada e o perímetro molhado (m);

I = declividade (m/m);

η = coeficiente de rugosidade de Manning.

A velocidade mínima recomendada em vários trabalhos publicados é igual a 1,00 m/s, e a máxima 5,00 m/s.

Vazão de Escoamento à Seção Plena

Para o cálculo da vazão de escoamento da galeria à seção plena, devemos utilizar a fórmula de Manning:

$$Q = \frac{A \times R_h^{2/3} \times I^{1/2}}{\eta}$$

Onde:

A = Área molhada da tubulação (m²);

Rh = Raio hidráulico (m);

I = Declividade da galeria (m/m);

n = Coeficiente de rugosidade;

Q = Vazão da galeria (m³/s).

6. PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES

Como Obras Complementares, são enquadradas as Rampas de Acessibilidade e Calçadas, que são partes da via reservada ao trânsito de pedestres, devendo satisfazer às suas necessidades de deslocamento confortavelmente e sem riscos de qualquer espécie e quando possível destina-se também a implantação de mobiliário urbano, sinalização, vegetação e outros.

Calçadas, passeios e vias exclusivas de pedestres podem incorporar faixa livre com largura mínima admissível de 1,20m, ou conforme legislação específica local e altura livre de 2,10m no mínimo.

As faixas livres podem ser completamente desobstruídas e isentas de interferências, tais como vegetação, mobiliário urbano equipamentos de infraestrutura urbana aflorados (postes, armários de equipamentos, e outros), orlas de árvores e jardineiras, rebaixamentos para acesso de veículos, bem como qualquer outro tipo de interferência ou obstáculo que reduza a largura da faixa livre. Eventuais obstáculos aéreos tais como marquises, faixas e placas de identificação, toldos, luminosos, vegetação e outros, poderão localizar-se a uma altura superior a 2,10m.

Devido à inexistência legislação específica local, utilizamos como base o Guia prático para construção de calçadas elaborado pelo Sinduscon-MS e de outras prefeituras que possuem tal legislação, a espessura adotada foi de 7,00 cm para os passeios, o traço recomendado para que a sua execução seja econômica é o 1:3:5 (1 parte de cimento, 3 partes de areia e 5 partes de brita) e quando utilizado concreto usinado deverá ter, no mínimo, $f_{ck} = 15 \text{ MPa}$.

A seguir algumas recomendações no processo de execução:

O terreno deverá ser limpo, livre de entulhos, tocos e raízes. Se necessário, aterrar com terra limpa e adequada para compactação;

Gabaritar os níveis para garantir o caimento de 2% a 3% em relação à rua, apiloando (compactando) energeticamente com soquete. O caimento longitudinal deverá ser de, no máximo, 5%;

Seguindo o projeto da calçada, executar as juntas de dilatação com ripas de madeira distanciadas de no máximo 1,5m a 2m, formando placas o mais quadradas possível;

Executar a concretagem das placas de forma alternada: concreta uma e pula a outra, como um jogo de damas;

O concreto deve ser lançado, sarrafeado e desempenado com desempenadeira de madeira, não deixando a superfície muito lisa;

Quando o concreto se mostrar em condições de endurecimento inicial, as ripas de madeira das juntas de dilatação devem ser cuidadosamente retiradas e, então, completa-se a concretagem das placas restantes. Não é recomendado deixar as ripas de madeiras entre as placas de concreto;

Após a concretagem, manter o piso úmido por 4 dias, evitando o trânsito sobre a calçada.

Recomenda-se que seja executado rebaixo nas calçadas quando existirem desníveis entre a(s) vaga(s) demarcada(s) para pessoa(s) com deficiência, para idoso(s) e locais de embarque e desembarque localizadas junto ao meio fio.

Os rebaixamentos serão construídos no sentido do fluxo de pedestre com inclinação constante máxima de 8,33%. A largura mínima do rebaixo será 1,20m. Outras situações de rebaixamento poderão ser utilizadas desde que constem na NBR 9050. Os rebaixamentos das calçadas localizados em lados opostos da via estarão alinhados entre si.

7. PROJETO DE SINALIZAÇÃO

7.1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Sinalização elaborado, procurou obedecer aos modernos requisitos de Engenharia de Trânsito, que após implantado fornecerá aos usuários das vias, as orientações, regulamentações e advertências necessárias e suficientes, compatíveis a um elevado padrão de fluidez e segurança.

Este Projeto foi elaborado de acordo com o disposto no Código Brasileiro de Trânsito em vigor e em conformidade com as recomendações técnicas do Termo de referência.

7.2. OBJETIVO

O sistema de sinalização, tem por objetivo a assegurar atenção, compreensão e resposta necessária às mensagens, através de padronizações de símbolos, cores, forma e dimensões adequadas e simplificadas de legendas. A sinalização vertical é composta de placas de sinais e dispositivos especiais e a sinalização horizontal, de faixas ou linhas de demarcação, legenda e símbolos, todos pintados no pavimento.

7.3. SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização viária estabelecida através de comunicação visual, por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares, situados na posição vertical, implantados à margem da via ou suspensos sobre ela, tem como finalidade: a regulamentação do uso da via, a advertência para situações potencialmente perigosas ou problemáticas, do ponto de vista operacional, o fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários, além do fornecimento de mensagens educativas.

O projeto de sinalização vertical terá como objetivo o conforto e a segurança do usuário da rodovia, bem como a fluência do tráfego. Tais questões são alcançadas com a perfeita codificação e emprego das placas, além dos materiais empregados para a sua confecção.

Salienta-se que os limites de velocidade atendem ao disposto no Art. 61 do Código de Trânsito Brasileiro, de 23 de setembro de 1997.

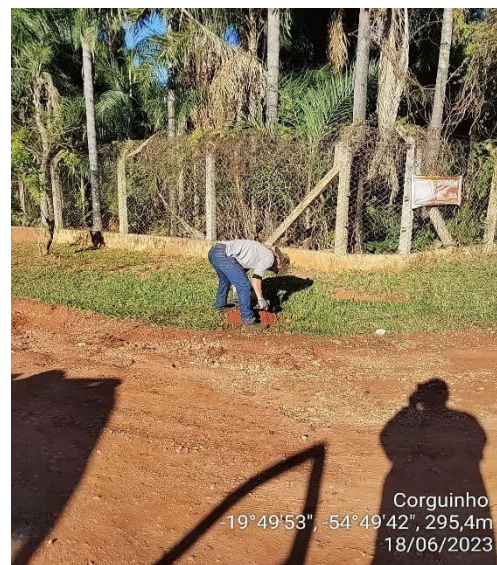
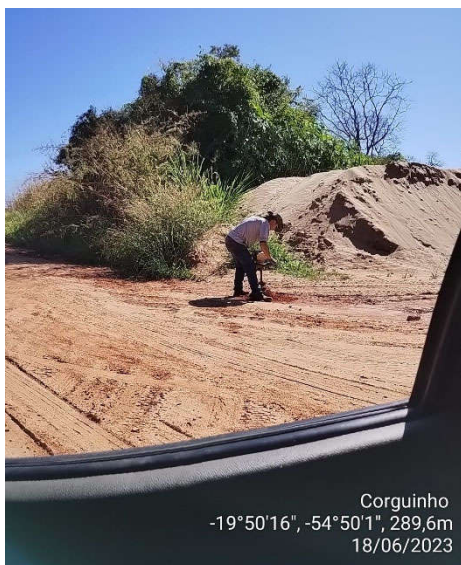
7.4. SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

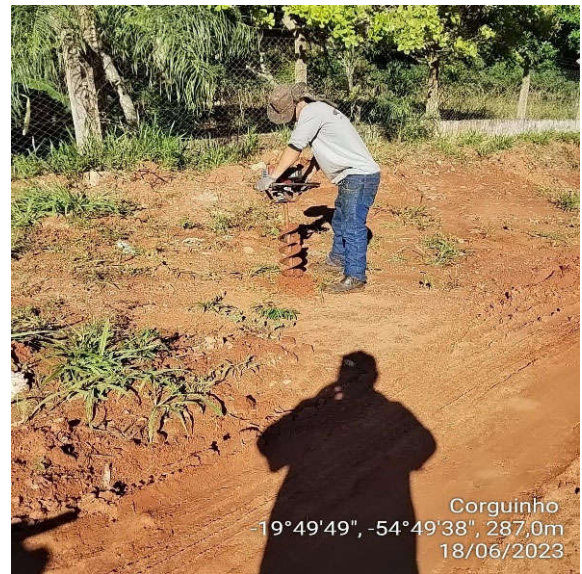
Define-se a sinalização rodoviária horizontal como o conjunto de marcas, símbolos e legendas aplicados sobre o revestimento de uma rodovia, de acordo com um projeto desenvolvido, para propiciar condições adequadas de segurança e conforto aos usuários.

Para a sinalização horizontal proporcionar segurança e conforto aos usuários deve cumprir as seguintes funções:

- Ordenar e canalizar o fluxo de veículos;
- Orientar os deslocamentos dos veículos, em função das condições de geometria da via (traçado em planta e perfil longitudinal), dos obstáculos e de impedâncias decorrentes de travessias urbanas e áreas ambientais;
- Complementar e enfatizar as mensagens transmitidas pela sinalização vertical indicativa, de regulamentação e de advertência;
- Regular os casos previstos no Código de Trânsito Brasileiro, mesmo na ausência de placas de sinalização vertical, em especial a proibição de ultrapassagem (Artigo 203, inciso V);
- Transmitir mensagens claras e simples;
- Possibilitar tempo adequado para uma ação correspondente; e
- Atender a uma real necessidade.

8. RELATÓRIO FOTOGÁFICO DO LOCAL DA OBRA







9. BIBLIOGRAFIA

Manual de Pavimentação-DNIT-2006

Souza, Murilo Lopes- Método de Projetos de Pavimentos Flexíveis. Rio de Janeiro, 1979.

Denatran- Manual de Sinalização

DNIT IPR-719 MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO

DNIT IPR-720 MANUAL DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. S. Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2. ed. Rio de Janeiro: S. Pinto, 2002.

MANUAL DE TÉCNICAS DE PAVIMENTAÇÃO, 2.^a Edição, São Paulo, ago/1999, Ed. Pini, Senço, Wlastermiler, Volume I.

Sondagem a trado – Procedimento NBR 9603. Rio de Janeiro, 2015.

Rochas e solos – Simbologia NBR 13441. Rio de Janeiro, 1995.

Rochas e solos – Terminologia NBR 6502. Rio de Janeiro, 1995.

Solo – Índice de Suporte Califórnia – Método de Ensaio, NBR 9895. Rio de Janeiro 2016.

Solo – Análise Granulométrica – NBR 7181. Rio de Janeiro, 2016.

Solo – Determinação do limite de liquidez – NBR 6459. Rio de Janeiro, 2016.

Solo – Determinação do limite de plasticidade – NBR 7180. Rio de Janeiro, 2016.

Solo – Ensaio de compactação – NBR 7182. Rio de Janeiro, 2016.

10. TERMO DE ENCERRAMENTO

Este Volume 1 – Relatório do PROJETO EXECUTIVO de Engenharia possui **65** páginas devidamente numeradas, em ordem sequencial crescente, incluindo esta.

Corguinho, 08 de agosto de 2023.

LAZARO BARBOSA Assinado de forma digital
por LAZARO BARBOSA
MACHADO:25529 MACHADO:25529960600
960600 Dados: 2024.04.02 16:59:21
-04'00'

LBM ENGENHARIA EIRELI

LÁZARO BARBOSA MACHADO

ENGENHEIRO CIVIL CREA:22039/MG