



Prefeitura de Jacareí
Secretaria de Infraestrutura
- Diretoria de Projetos -

DOCUMENTO TÉCNICO

Emitente

DIRETORIA DE PROJETOS DA SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE JACAREÍ

Empreendimento

SISTEMA VIÁRIO ENTRE A AV. CASTELO BRANCO E A AV. MALEK ASSAD

Contrato

602000/2019

Trecho

PONTE SOBRE O RIO PARAÍBA DO SUL – JACAREÍ

Subtrecho

-

Título

MEMÓRIA DE CÁLCULO DE PAVIMENTAÇÃO

Elaboração

Franklin Alcantara

Responsável Técnico

André dos Santos Pita

Verificação

Liberação DP-SIEM-PMJ

Aprovação DP-SIEM-PMJ

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

001-PMJ-SIEM-01DE-00-P02-16171-00-000/001 a 003 – Planta de Distribuição de Pavimentos

DOCUMENTOS RESULTANTES

001-PMJ-SIEM-01DE-00-P05-16171-00-000/001 – Seções Típicas de Pavimentação

OBSERVAÇÕES

QUADRO DAS REVISÕES

| REVISÃO | DATA | RESP. TÉCNICO | VERIFICAÇÃO | LIBERAÇÃO | APROVAÇÃO |
|---------|------------|-------------------|-------------|-----------|-----------|
| 02 | 25/05/2020 | André dos S. Pita | | | |
| 01 | 06/11/2019 | André dos S. Pita | | | |
| 00 | 30/10/2019 | André dos S. Pita | | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 1 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Índice

| Cap. | | Fls. |
|-------|---|------|
| 1 | Apresentação | 3 |
| 2 | Parâmetros de Projeto | 4 |
| 2.1 | Estudos de Tráfego | 4 |
| 2.2 | Caracterização do Subleito | 6 |
| 2.2.1 | Cálculo da Espessura de Reforço do Subleito | 10 |
| 3 | Dimensionamento da Estrutura de Pavimento | 10 |
| 3.1 | Análise Mecanicista da Estrutura de Pavimento | 13 |
| 4 | Estruturas Propostas | 16 |
| 5 | Controle Deflectométrico | 17 |
| 6 | Especificações Técnicas de Materiais e Serviços | 18 |
| 7 | Recomendações | 19 |
| 8 | Anexo A – Saídas do Programa Elsym5 | 20 |
| 9 | Anexo B – Resultados dos Ensaios Laboratoriais – Jazida | 26 |
| 10 | Anexo C – Resultados dos Ensaios Laboratoriais – Solo Local | 26 |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão: 02 | Página: 2 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Memória de Cálculo de Pavimentação

1. Apresentação

O presente documento técnico apresenta os procedimentos, critérios e padrão a serem adotados para a elaboração do Projeto Executivo de Pavimentação à Diretoria de Projetos da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Jacareí (DP-SIEM-PMJ), especificamente, dentro do escopo de projetos e obras do empreendimento 'Sistema Viário entre a Av. Castelo Branco e a Av. Malek Assad', conforme processo de número **602000/2019** aberto nesta Prefeitura, e localizada conforme apresentada na sequência.



Figura 1 – Mapa de Localização

Para o desenvolvimento dos estudos, foram utilizados os dados de tráfego apresentados no documento '2844-MC-F01-PA-RØ – Projeto de Pavimentação – Dimensionamento do Pavimento', elaborado pela empresa 'Enescil Engenharia de Projetos Ltda.' em abril de 2009, os resultados geotécnicos dos ensaios laboratoriais realizados em agosto de 2019, e os procedimentos de dimensionamento de pavimentos preconizados pela Prefeitura Municipal de São Paulo.

A seguir, estão apresentados os parâmetros utilizados para o dimensionamento do pavimento.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 3 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

2. Parâmetros de Projeto

Existem dois parâmetros fundamentais para o dimensionamento de estruturas de pavimentos.

O primeiro parâmetro é o tráfego que solicitará o pavimento projetado, tendo em vista que a ruptura deste tipo de estrutura ocorre por fadiga, devem ser consideradas as características e volumes dos veículos.

O segundo parâmetro refere-se às propriedades do solo sobre o qual a estrutura em estudo será implantada. A principal avaliação a ser realizada refere-se à capacidade de suporte do material constituinte do subleito.

A seguir são apresentadas as considerações mais detalhadas destes parâmetros supracitados.

2.1. Estudos de Tráfego

Um fator de fundamental importância para o dimensionamento de estruturas de pavimento é o tipo e o volume de tráfego que a solicitará, uma vez que os esforços internos que surgirão estão diretamente ligados à configuração dos eixos e à magnitude das cargas aplicadas ao pavimento.

Para o efeito de dimensionamento da estrutura de pavimento novo, segundo procedimento preconizado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, todo o tráfego de veículos comerciais deve ser convertido no Número N de solicitações equivalentes, de um eixo simples de rodas duplas, com carregamento de 8,2tf, denominado eixo padrão.

O presente estudo trata-se da execução de um sistema viário entre duas vias estruturais, sendo a Av. Presidente Humberto Castelo Branco e a Av. Malek Assad, localizado em uma região onde há a presença de diversas indústrias, como a 'Armco do Brasil', 'Heineken', 'Dow Agrosiences' e diversas outras, conforme apresentado na figura a seguir.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 4 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Figura 2 – Mapa de Localização – Empresas ao redor

Visto as condições existentes com elevada demanda de tráfego, adotou-se como parâmetro a classificação do tráfego do viário projetado como 'Tráfego Pesado', seguindo as diretrizes da Instrução de Projeto "IP-02 – Classificação das Vias" da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), e expostas na sequência.

Tabela 1 – Classificação Via e Parâmetros de Tráfego -

| Função predominante | Tráfego previsto | Vida de projeto | Volume inicial faixa mais carregada | | Equivalente / Veículo | N | N característico |
|------------------------------|------------------|-----------------|--|-----------------|-----------------------|--|---------------------|
| | | | Veículo Leve | Caminhão/Ônibus | | | |
| Via local | LEVE | 10 | 100 a 400 | 4 a 20 | 1,50 | 2,70 x 10 ⁴ a 1,40 x 10 ⁵ | 10 ⁵ |
| Via Local e Coletora | MÉDIO | 10 | 401 a 1500 | 21 a 100 | 1,50 | 1,40x 10 ⁵ a 6,80x 10 ⁵ | 5 x 10 ⁵ |
| Vias Coletoras e Estruturais | MEIO | 10 | 1501 a 5000 | 101 a 300 | 2,30 | 1,4 x 10 ⁶ a 3,1 x 10 ⁶ | 2 x 10 ⁶ |
| | PESADO | 12 | 5001 a 10000 | 301 a 1000 | 5,90 | 1,0 x 10 ⁷ a 3,3 x 10 ⁷ | 2 x 10 ⁷ |
| | MUITO PESADO | 12 | > 10000 | 1001 a 2000 | 5,90 | 3,3 x 10 ⁷ a 6,7 x 10 ⁷ | 5 x 10 ⁷ |
| Faixa Exclusiva de Ônibus | VOLUME MÉDIO | 12 | | < 500 | | 3 x 10 ⁶ (1) | 10 ⁷ |
| | VOLUME PESADO | 12 | | > 500 | | 5 x 10 ⁷ | 5 x 10 ⁷ |

Deve-se ressaltar que a classificação do tráfego do viário como 'Tráfego Pesado' concorda com o exposto no documento "2844-MC-F01-PA-RØ - Projeto de Pavimentação", elaborado pela empresa 'Enescil Engenharia de Projetos Ltda.' em abril de 2009.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 5 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

2.2. Caracterização do Subleito

O comportamento geotécnico do subleito ou camada final de terraplenagem é outro fator importante para o dimensionamento da estrutura do pavimento novo.

Visto que o trecho em estudo apresenta segmentos sobre aterro e outros diretamente sobre o subleito local, de forma a ter um projeto fidedigno com as condições ao qual o pavimento estará apoiado, foram estudados e caracterizados os materiais, conforme apresentado na sequência.

Para as regiões de aterro, foram realizadas sondagens a trado com coleta de material em jazida próxima à região, para realização de ensaios laboratoriais, conforme resumo apresentado na sequência.

Tabela 2 – Resumo dos Ensaios Laboratoriais – Solo da Jazida

| Amostra | Porcentagem que passa (%) | | | | Índices Físicos | | | Compactação | | Suporte Califórnia | | Classificação do Solo | | |
|---------|---------------------------|-----|-----|------|-----------------|------|------|--------------------------------------|------------------------|--------------------|----------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| | #4 | #10 | #40 | #200 | LL | LP | IP | γ_{SMax} (g/cm ³) | H _{Otimo} (%) | CBR (%) | Exp. (%) | I.G. | Classificação H.R.B | Descrição |
| 1 | 100% | 99% | 86% | 71% | 44,5 | 18,4 | 26,1 | 1,742 | 17,7 | 11,6 | 0,12 | 14,00 | A-7-6 | Argila Vermelha |
| 2 | 100% | 98% | 74% | 42% | 41,5 | 16,4 | 25,1 | 1,599 | 22,3 | 11,8 | 0,35 | 6,00 | A-7-6 | Argila Arenosa Variegada |

De acordo com os resultados apresentados acima, observa-se que o material de jazida apresenta CBR médio de 11%.

Já para as regiões onde o pavimento estará apoiado diretamente sobre o subleito, foram utilizados os dados geotécnicos apresentados anteriormente no documento “2844-MC-F01-PA-RØ – Dimensionamento do Pavimento”, elaborado pela empresa Enescil.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 6 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Tabela 3 – Resumo dos Ensaios Laboratoriais – Solo Local

| Sondagem | Compactação | | Suporte Califórnia | | Classificação Pastilha MCT | Classificação Táctil Visual |
|----------|---|-----------------------------------|--------------------|----------|----------------------------|-----------------------------|
| | $\gamma_{S_{Max}}$ (g/cm ³) | H _{O_{limo}} (%) | CBR (%) | Exp. (%) | | |
| ST-04/01 | 1,74 | 18,6 | 14,2 | 0,83 | - | Argila Arenosa Marrom |
| ST-05/01 | 1,71 | 19,0 | 12,8 | 0,67 | NA'-NS' | Argila Arenosa Marrom |
| ST-05/03 | 1,84 | 7,0 | 10,7 | 0,24 | - | Areia Marrom Clara |
| ST-06/02 | 1,79 | 6,2 | 11,5 | 0,32 | - | Areia Média Marrom Clara |
| ST-07/02 | 1,63 | 8,3 | 9,8 | 0,14 | NA/LA | Areia Fina Cinza |
| ST-07/03 | 1,67 | 7,9 | 12,3 | 0,13 | NA/LA | Areia Fina Cinza Clara |
| ST-07/05 | 1,75 | 8,3 | 10,7 | 0,12 | NA'/(NG'-NS') | Areia Fina Cinza Clara |
| ST-08/04 | 2,05 | 11,4 | 27,6 | 0,22 | - | Areia Fina Cinza Escura |
| ST-09/01 | 1,86 | 17,9 | 17,1 | 0,32 | - | Argila Arenosa Cinza |
| ST-10/01 | 4,50 | 18,4 | 10,7 | 1,19 | LA' | Solo Argiloso Marrom |
| ST-10/02 | 1,77 | 18,4 | 9,0 | 1,13 | LA' | Solo Argiloso Vermelho |
| ST-11/03 | 1,70 | 16,5 | 13,7 | 0,75 | - | Areia Siltosa Amarela |
| ST-12/01 | 1,79 | 6,3 | 9,4 | 0,16 | NA/LA | Areia Média Cinza Escura |
| ST-14/02 | 1,48 | 30,9 | 7,8 | 1,85 | - | Solo Argiloso Cinza |
| ST-15/01 | 1,72 | 17,6 | 14,7 | 0,15 | - | Argila Arenosa Amarela |
| ST-18/02 | 1,77 | 7,9 | 7,9 | 0,11 | - | Areia Média Marrom Clara |
| ST-19/02 | 1,96 | 13,6 | 13,6 | 0,15 | - | Argila Arenosa Marrom |
| ST-20/04 | 1,51 | 31,1 | 31,1 | 1,80 | LG' | Solo Argiloso Cinza |

De forma a ilustrar os resultados de Capacidade de Suporte do Subleito, foi realizado o gráfico com os valores resultantes do ensaio de CBR ao longo do trecho em estudo, conforme apresentado na sequência.

Figura 3 – Resumo CBR – Solo Local

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 7 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

A partir dos valores de CBR obtidos com os ensaios realizados, efetuou-se uma análise estatística dos resultados através da Metodologia descrita a seguir.

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{1,33 \times \sigma}{\sqrt{N}}$$

Onde:

CBR_p = CBR de projeto (%);

N = Número de amostras;

\overline{CBR} = CBR médio (%);

σ = Desvio padrão da população;

Aplicando a metodologia supracitada, obteve-se CBR_p igual 11,48%.

Portanto, visto que as caracterizações dos solos de jazida e solo local resultaram em valores semelhantes de capacidade de suporte, adotou-se para fins de dimensionamento **CBR_p igual a 11%.**

2.2.1 Cálculo de Espessura do Reforço do Subleito

Caso seja verificado a ocorrência de solos com capacidade de suporte inferior ao valor preconizado, se recomenda a execução de um reforço do subleito, em toda a plataforma do pavimento, por camadas granulares com $CBR \geq 20\%$, de acordo com o estudo apresentado na sequência.

Para o cálculo das espessuras do reforço, foi realizado um estudo paramétrico, no qual se define a espessura da camada de estabilização em função do CBR do subleito local, para que a infraestrutura alcance o módulo equivalente ao CBR de projeto.

Neste estudo foram analisados os diferentes valores de CBR que poderão ser encontrados no subleito, para cada um destes, foi calculado seu módulo de resiliência e sua deflexão máxima, e foi fixado o módulo de resiliência de cada camada granular (2.000 kgf/cm²). Variando a espessura de cada camada granular utilizada para a estabilização do subleito, foram determinados os valores dos módulos equivalentes das capas da infraestrutura como um todo, com a ajuda do programa ELSYM5. Admitiu-se que o módulo equivalente é dado por a expressão proposta por Yang.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 8 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

$$D = \frac{2pa}{E} \times (1 - \mu^2)$$

Onde:

D = Deflexão em cm;

p = Pressão de contato = 5,6 kgf/cm²;

a = Raio de contato = 10,79 cm;

μ = Coeficiente de Poisson = 0,45.

Na tabela a seguir apresenta o resultado dos estudos.

Tabela 4 – Módulo Equivalente

| CBR Subleito (%) | Espesura (cm) | MR _{subleito} (kgf/cm ²) | D _{subleito} (x10 ⁻² mm) | E _{Ref} (kgf/cm ²) | D _{Topo Ref} (x10 ⁻² mm) | E _{EQUIVALENTE} (kgf/cm ²) |
|------------------|---------------|---|--|---|--|---|
| 3% ≤ CBR < 5% | 60 | 300 | 263 | 2.000 | 90 | 1.067 |
| | 70 | 300 | 263 | 2.000 | 84 | 1.145 |
| | 80 | 300 | 263 | 2.000 | 80 | 1.208 |
| 5% ≤ CBR < 7% | 30 | 500 | 158 | 2.000 | 96 | 1.002 |
| | 40 | 500 | 158 | 2.000 | 84 | 1.150 |
| | 50 | 500 | 158 | 2.000 | 76 | 1.273 |
| 7% ≤ CBR < 12% | 20 | 700 | 113 | 2.000 | 90 | 1.065 |
| | 30 | 700 | 113 | 2.000 | 77 | 1.246 |
| | 40 | 700 | 113 | 2.000 | 69 | 1.390 |

Tabela 5 – Resumo Reforço do Subleito

| Faixa CBR | Espesura (m) |
|----------------|--------------|
| 3% ≤ CBR < 5% | 0,70 |
| 5% ≤ CBR < 7% | 0,40 |
| 7% ≤ CBR < 12% | 0,30 |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 9 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

3. Dimensionamento da Estrutura de Pavimento

O dimensionamento do pavimento asfáltico novo foi baseado na “Instrução de Projeto para Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis para Tráfego Meio Pesado, Pesado, Muito Pesado e Faixa Exclusiva de Ônibus” (IP-05) de 2005 da PMSP.

Segundo tal procedimento, em função dos dados geotécnicos e das características de tráfego solicitante, determina-se a espessura total necessária para o pavimento, dada em termos de material granular, e a espessura mínima de revestimento betuminoso.

Fixadas estas espessuras, procede-se a determinação das camadas de base e sub-base, obtidas em termos de material granular, convertidas em espessuras dos materiais utilizados através dos coeficientes de equivalência estrutural que expressa a relação entre o comportamento do material granular e de um material qualquer de forma que ambos, apresentem desempenho estrutural semelhante.

A determinação das camadas constituintes do pavimento se faz pelas seguintes inequações:

- $RK_R + BK_B \geq H_{20}$
- $RK_R + BK_B + h_{20}K_S \geq H_n$
- $RK_R + BK_B + h_{20}K_S + h_nK_{ref} \geq H_m$

Onde:

- R = espessura do revestimento;
B = espessura da base;
H₂₀ = espessura sobre a sub-base;
h₂₀ = espessura da sub-base;
H_n = espessura sobre o reforço do subleito;
h_n = espessura do reforço do subleito;
H_m = espessura do pavimento;
K_R, K_B, K_S, K_{ref} = coeficientes de equivalência estrutural do revestimento, base, sub-base e reforço, respectivamente.

A espessura mínima a adotar para camadas de base ou sub-base é de 10 cm.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 10 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Tabela 6 – Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso

| N | TRÁFEGO | ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO ASFÁLTICO |
|--|---------------------------|---|
| $2 \times 10^6 \leq N < 5 \times 10^6$ | Meio Pesado | Concreto asfáltico com 5,0 cm de espessura |
| $5 \times 10^6 \leq N < 10^7$ | ---- | Concreto asfáltico com 7,5 cm de espessura |
| $10^7 \leq N < 5 \times 10^7$ | Pesado | Concreto asfáltico com 10,0 cm de espessura |
| $N \geq 5 \times 10^7$ | Muito Pesado | Concreto asfáltico com 12,5 cm de espessura |
| (*) | Faixa Exclusiva de Ônibus | Adotar no mínimo 10,0cm de concreto asfáltico |

As espessuras H_m , H_n , H_{20} são obtidas pelo gráfico apresentado a seguir, onde a espessura em termos de material granular é função do número do valor de CBR do subleito, da sub-base ou do reforço do subleito.

Figura 4 – Ábaco de Dimensionamento

Com base no tráfego solicitante e nas condições de suporte, foi dimensionada a estrutura de pavimento novo, conforme apresentado na sequência.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 11 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Tabela 7 – Estrutura Tipo I

| Camada | Espessura Física (cm) | k | Espessura equivalente (cm) |
|---------------------------------------|-----------------------|------|----------------------------|
| Concreto Betuminoso Usinado a Quente | 10,0 | 2,00 | 20,0 |
| Base de Brita Graduada Simples | 10,0 | 1,00 | 10,0 |
| Sub-base de Macadame Seco | 20,0 | 1,00 | 20,0 |
| Melhoria do Subleito - CBR \geq 11% | - | - | - |
| Total | 40,0 | - | 50,0 |

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

$$10,0 \times 2,0 + 10,0 \times 1,0 \geq 25,0 \text{ cm} - \text{OK}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + h_{20} \times K_s \geq H_m$$

$$10,0 + 2,0 + 10,0 \times 1,0 + 20,0 \times 1,0 \geq 42,0 \text{ cm} - \text{OK}$$

A seguir, apresenta-se a análise mecanicista da estrutura proposta.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão: 02 | Página: 12 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

3.1 Análise Mecanicista da Estrutura

As cargas dos veículos geram tensões e deformações no interior da estrutura do pavimento. Essas tensões e deformações são função da magnitude do carregamento, dos módulos resilientes e espessuras das camadas constituintes do pavimento e da capacidade de suporte do subleito.

Assim sendo, determinaram-se os deslocamentos e deformações atuantes que se originam no interior do pavimento carregado, para posterior comparação com os valores de deslocamentos e deformações admissíveis que são função do tipo de material empregado na estrutura do pavimento.

Para a determinação dos esforços internos solicitantes, deformações e deslocamentos da estrutura do pavimento flexível, empregou-se o programa computacional ELSYM-5 (Elastic Layered System), que considera características elásticas constantes para cada camada da estrutura do pavimento.

Os parâmetros utilizados para o cálculo foram:

- Carga do eixo simples padrão de 80 kN, representada por 4 x 20 kN;
- Pressão de contato pneu/pavimento de 5,6 kgf/cm²;
- Módulo de resiliência do CBUQ (Revestimento) de 35.000 kgf/cm²;
- Módulo de resiliência da Base de Brita Graduada Simples de 3.000 kgf/cm²;
- Módulo de resiliência da Sub-base de Macadame Seco de 2.000 kgf/cm²;
- Módulo de resiliência do subleito de 1.100 kgf/cm²;

O arquivo de saída está apresentado no Anexo A.

Foram determinados os deslocamentos e deformações internas da estrutura em seus locais críticos, ou seja: no topo da camada de concreto asfáltico (deslocamento vertical), na fibra inferior da camada de concreto asfáltico (deformação horizontal de tração), na fibra inferior da camada de base cimentada (tensão de tração) e no topo do subleito (deformação vertical de compressão).

Para determinação dos esforços admissíveis, foram empregadas as equações de fadiga indicadas a seguir.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 13 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

- **Deslocamento vertical na superfície do pavimento - deflexão – D_0 ($\times 10^{-2}$ mm)**

- *DNER PRO 11*

$$\log D_{0_{adm}} = 3,01 - 0,174 \times \log N$$

- **Deformação horizontal de tração na fibra inferior do revestimento – ε_t ($\times 10^{-4}$ cm/cm)**

- *FHWA*

$$N = 1,09 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{\varepsilon_{tadm}} \right)^{3,512}$$

- **Deformação vertical de compressão no topo da camada de subleito – ε_v ($\times 10^{-4}$ cm/cm)**

- *Shell (Dormon & Metcalf)*

$$N = 6,069 \times 10^{-10} \times \left(\frac{1}{\varepsilon_{vadm}} \right)^{4,762}$$

A seguir apresenta-se a tabela com o resumo dos resultados, indicando deformações e esforços atuantes e admissíveis.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 14 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

Tabela 8 – Resultados Análise Mecanicista

| Estrutura | Tipo | D (x10 ⁻² mm) | ϵ_t (x10 ⁻⁴ cm/cm) | ϵ_v (x10 ⁻⁴ cm/cm) |
|--|------------|-----------------------------|---|---|
| Tipo II Estrutura Flexível (R=10,0cm / B=10,0cm/ SB=20,0cm) | Atuante | 41 | 2,346 | 4,098 |
| | Admissível | 55 | 2,288 | 3,399 |
| Tipo II Estrutura Flexível (R=10,0cm / B=15,0cm/ SB=20,0cm) | Atuante | 39 | 2,252 | 3,549 |
| | Admissível | 55 | 2,288 | 3,399 |
| Tipo II Estrutura Flexível (R=10,0cm / B=17,0cm/ SB=20,0cm) | Atuante | 38 | 2,226 | 3,355 |
| | Admissível | 55 | 2,288 | 3,399 |

Observa-se que de acordo com os resultados apresentados, a estrutura com espessuras mínimas de revestimento e base não está apta a suportar as tensões oriundas do tráfego futuro, portanto, propõe-se estruturas mais robustas, com 17,0cm de base.

Para o presente estudo, optou-se pela utilização de estrutura flexível devido as características apresentadas pelo solo da região – ocorrência de solos compressíveis, e também por a estrutura de pavimento estar apoiada em aterro, a fim de acomodar possíveis recalques futuros, o que poderia ocasionar problemas no desempenho de pavimentos com estruturas mais rígidas, como por exemplo, camadas cimentadas.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 15 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

4. Estrutura Proposta

Com base nas considerações e dimensionamento apresentados anteriormente, propõe-se a estrutura de pavimento apresentada na sequência.

- Estrutura Tipo I – Flexível

| | |
|--|--------|
| Concreto Betuminoso Usin. a Quente – Faixa III | 5,0cm |
| Imprimadura Betuminosa Ligante | - |
| Concreto Betuminoso Usin. a Quente – Faixa II | 5,0cm |
| Imprimadura Betuminosa Ligante + Impermeabilizante | - |
| Base de Brita Graduada Simples - Faixa I | 17,0cm |
| Sub-Base de Macadame Seco | 20,0cm |
| Melhoria do Subleito – CBR \geq 11% | - |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 16 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

5. Controle Deflectométrico

Para que o dimensionamento tenha validade, do ponto de vista do comportamento mecânico dos pavimentos, faz-se necessário o controle das camadas por medição da deflexão em campo.

A tabela a seguir ilustra as deflexões esperadas na superfície das camadas através do ensaio tipo Viga Benkelman.

Tabela 9 – Controle Deflectométrico

| Camadas | Espessura (cm) | Deflexão no Topo da Camada ($\times 10^{-2}$ mm) |
|--|----------------|---|
| Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Faixa III | 5,0 | 38 |
| Concreto Betuminoso Usinado a Quente – Faixa II | 5,0 | 47 |
| Base de Brita Graduada Simples – Faixa I | 17,0 | 52 |
| Sub-Base de Macadame Seco | 20,0 | 64 |
| Melhoria do Subleito – CBR \geq 11% | - | 72 |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 17 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

6. Especificações Técnicas de Materiais e Serviços

A execução dos serviços deverá seguir rigorosamente as Especificações Técnicas de Materiais e Serviços, Faixas Granulométricas e Resistências a seguir discriminadas, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

Tabela 10 – Especificações Técnicas

| DESIGNAÇÃO | ESPECIFICAÇÃO |
|--|----------------------|
| Concreto Asfáltico Usinado a Quente – Faixas III | DER/SP ET-DE-P00/027 |
| Concreto Asfáltico Usinado a Quente – Faixas II | DER/SP ET-DE-P00/027 |
| Imprimadura Ligante | DER/SP ET-DE-P00/020 |
| Imprimadura Impermeabilizante | DER/SP ET-DE-P00/019 |
| Base de Brita Graduada Simples – Faixa I | DER/SP ET-DE-P00/008 |
| Sub-base de Macadame Seco | DER/SP ET-DE-P00/011 |
| Melhoria do Subleito – CBR \geq 11% | DER/SP ET-DE-P00/001 |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 18 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

7. Recomendações

Com base nos estudos realizados recomenda-se que:

- Os materiais e serviços deverão seguir as especificações técnicas mencionadas no item 6 sem as quais os dimensionamentos apresentados perdem a validade.
- A estrutura dimensionada e apresentada no presente relatório deverá ser controlada tecnologicamente, camada a camada, conforme parâmetros apresentados no item 5.
- Nos locais de implantação de pavimento novo, a camada final de terraplenagem (C.F.T.) deverá ser escarificada e compactada em no mínimo 20 cm de espessura, na energia normal.
- O lençol de água subterrâneo deverá estar rebaixado a pelo menos 1,50m em relação a cota de fundação do pavimento. Se na abertura da caixa for verificado nível d'água a uma profundidade inferior, recomenda-se a implantação de drenos profundos.
- No caso de ocorrência de material orgânico e/ou expansivo, deverá ser consultada orientação geotécnica para cada caso.
- Devido à utilização de camadas granulares, recomenda-se a implantação de drenos de pavimento, prevenindo, dessa maneira, o acúmulo de água na estrutura.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 19 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

8. Anexo A – Saídas do Programa Elsym5

Estrutura Tipo I – Pavimentos Flexíveis

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

| CAMADA | MODULO DE ELASTIC. (KGF/CM2) | COEF. DE POISSON | ESPESSURA (CM) |
|--------|------------------------------|------------------|----------------|
| 1 | 35000. | .350 | 10.000 |
| 2 | 3000. | .400 | 10.000 |
| 3 | 2000. | .400 | 20.000 |
| 4 | 1100. | .450 | SEMI-INFINITO |

DOIS CARGA(S), CADA CARGA NA SEQUENCIA

VALOR DAS CARGAS..... 2050.00 KGF
PRESSAO DE CONTATO..... 5.60 KGF/CM2
RAIO DE CONTATO..... 10.79 CM

DISPOSICAO
CARGA X(CM) Y(CM)
1 .000 .000
2 28.800 .000

RESULTADOS REQUISITADOS PARA DISP. DE SISTEMAS

PROF.(S) - (CM)
Z= .01 9.99 40.01
PONTO(S) X-Y - (CM)
X= 14.40
Y= .00

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= .01 CAMADA NO. 1
X= 14.40
Y= .00

TENSOES NORMAIS

SXX -5.27
SYY -10.70
SZZ -.10

TENSOES DE CISCALHAMENTO

SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 -.10
PS 2 -5.27
PS 3 -10.70

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1 .5300E+01
PSS2 .2584E+01
PSS3 .2716E+01

DESLOCAMENTOS

UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .4098E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX -.4257E-04
EYY -.2521E-03
EZZ .1568E-03

DEF.ESP.DE CISCALHAMENTO

EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 .1568E-03
PE 2 -.4257E-04
PE 3 -.2521E-03

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .4089E-03
PSE2 .1994E-03
PSE3 .2095E-03

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 20 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 9.99 CAMADA NO. 1
X= 14.40
Y= .00

TENSOES NORMAIS

SXX 3.18
SYY 8.80
SZZ -1.48

TENSOES DE CISALHAMENTO

SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 8.80
PS 2 3.18
PS 3 -1.48

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1 .5144E+01
PSS2 .2812E+01
PSS3 .2332E+01

DESLOCAMENTOS

UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .4103E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX .1767E-04
EYY .2346E-03
EZZ -.1622E-03

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 .2346E-03
PE 2 .1767E-04
PE 3 -.1622E-03

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .3968E-03
PSE2 .2169E-03
PSE3 .1799E-03

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 40.01 CAMADA NO. 4
X= 14.40
Y= .00

TENSOES NORMAIS

SXX -.05
SYY -.02
SZZ -.48

TENSOES DE CISALHAMENTO

SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 -.02
PS 2 -.05
PS 3 -.48

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1 .2308E+00
PSS2 .1409E-01
PSS3 .2167E+00

DESLOCAMENTOS

UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .2891E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX .1616E-03
EYY .1987E-03
EZZ -.4098E-03

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 .1987E-03
PE 2 .1616E-03
PE 3 -.4098E-03

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .6085E-03
PSE2 .3716E-04
PSE3 .5714E-03

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 21 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

| CAMADA | MODULO DE COEF. DE ELASTIC. (KGF/CM2) | POISSON | ESPESSURA (CM) |
|--------|---------------------------------------|---------|----------------|
| 1 | 35000. | .350 | 10.000 |
| 2 | 3000. | .400 | 15.000 |
| 3 | 2000. | .400 | 20.000 |
| 4 | 1100. | .450 | SEMI-INFINITO |

DOIS CARGA(S), CADA CARGA NA SEQUENCIA

VALOR DAS CARGAS..... 2050.00 KGF
PRESSAO DE CONTATO..... 5.60 KGF/CM2
RAIO DE CONTATO..... 10.79 CM

DISPOSICAO
CARGA X(CM) Y(CM)
1 .000 .000
2 28.800 .000

RESULTADOS REQUISITADOS PARA DISP. DE SISTEMAS

PROF.(S) - (CM)
Z= .01 9.99 45.01
PONTO(S) X-Y - (CM)
X= 14.40
Y= .00

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= .01 CAMADA NO. 1
X= 14.40
Y= .00

TENSOES NORMAIS

SXX -4.87
SYY -10.22
SZZ -.10

TENSOES DE CISALHAMENTO

SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 -.10
PS 2 -4.87
PS 3 -10.22

TENSAO PRINCIPAL DE CIS.

PSS1 .5057E+01
PSS2 .2385E+01
PSS3 .2673E+01

DESLOCAMENTOS

UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .3912E-01

DEF.ESPECIFICAS NORMAIS

EXX -.3601E-04
EYY -.2422E-03
EZZ .1479E-03

DEF.ESP.DE CISALHAMENTO

EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00

DEF.ESP.PRINCIPAIS

PE 1 .1479E-03
PE 2 -.3601E-04
PE 3 -.2422E-03

DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.

PSE1 .3901E-03
PSE2 .1839E-03
PSE3 .2062E-03

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 9.99 CAMADA NO. 1

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 22 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

X= 14.40
Y= .00
TENSOES NORMAIS
SXX 2.74
SYY 8.31
SZZ -1.54
TENSOES DE CISALHAMENTO
SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00
TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 8.31
PS 2 2.74
PS 3 -1.54
TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .4921E+01
PSS2 .2782E+01
PSS3 .2139E+01
DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .3917E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX .1065E-04
EYY .2252E-03
EZZ -.1544E-03
DEF.ESP.DE CISALHAMENTO
EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .2252E-03
PE 2 .1065E-04
PE 3 -.1544E-03
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .3796E-03
PSE2 .2146E-03
PSE3 .1650E-03
1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 45.01 CAMADA NO. 4
X= 14.40
Y= .00
TENSOES NORMAIS
SXX -.03
SYY -.01
SZZ -.41
TENSOES DE CISALHAMENTO
SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00
TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 -.01
PS 2 -.03
PS 3 -.41
TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .1994E+00
PSS2 .1047E-01
PSS3 .1890E+00
DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .2640E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX .1433E-03
EYY .1709E-03
EZZ -.3549E-03
DEF.ESP.DE CISALHAMENTO
EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .1709E-03
PE 2 .1433E-03
PE 3 -.3549E-03
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .5258E-03
PSE2 .2761E-04
PSE3 .4982E-03

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 23 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

| CAMADA | MODULO DE ELASTIC. (KGF/CM2) | COEF. DE POISSON | ESPESSURA (CM) |
|--------|------------------------------|------------------|----------------|
| 1 | 35000. | .350 | 10.000 |
| 2 | 3000. | .400 | 17.000 |
| 3 | 2000. | .400 | 20.000 |
| 4 | 1100. | .450 | SEMI-INFINITO |

DOIS CARGA(S), CADA CARGA NA SEQUENCIA

VALOR DAS CARGAS..... 2050.00 KGF
PRESSAO DE CONTATO..... 5.60 KGF/CM2
RAIO DE CONTATO..... 10.79 CM

DISPOSICAO
CARGA X(CM) Y(CM)
1 .000 .000
2 28.800 .000

RESULTADOS REQUISITADOS PARA DISP. DE SISTEMAS

PROF.(S) - (CM)
Z= .01 9.99 47.01
PONTO(S) X-Y - (CM)
X= 14.40
Y= .00

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= .01 CAMADA NO. 1
X= 14.40
Y= .00
TENSOES NORMAIS
SXX -4.74
SYY -10.06
SZZ -1.10
TENSOES DE CISCALHAMENTO
SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00
TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 -1.10
PS 2 -4.74
PS 3 -10.06
TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .4978E+01
PSS2 .2317E+01
PSS3 .2661E+01
DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .3846E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX -.3371E-04
EYY -.2390E-03
EZZ .1450E-03
DEF.ESP.DE CISCALHAMENTO
EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .1450E-03
PE 2 -.3371E-04
PE 3 -.2390E-03
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .3840E-03
PSE2 .1787E-03
PSE3 .2053E-03

1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 9.99 CAMADA NO. 1
X= 14.40
Y= .00
TENSOES NORMAIS

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 24 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

SXX 2.61
SYY 8.16
SZZ -1.55
TENSOES DE CISALHAMENTO
SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00
TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 8.16
PS 2 2.61
PS 3 -1.55
TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .4857E+01
PSS2 .2775E+01
PSS3 .2082E+01
DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .3850E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX .8522E-05
EYY .2226E-03
EZZ -.1521E-03
DEF.ESP.DE CISALHAMENTO
EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .2226E-03
PE 2 .8522E-05
PE 3 -.1521E-03
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .3747E-03
PSE2 .2141E-03
PSE3 .1606E-03
1 ELSYM5 3/72 - 3, SISTEMA ELASTICO DE CAMADAS DE UMA A DEZ CARGAS NORMAIS CIRCULARES UNIFORMES IDENTICAS

*** SISTEMA ELASTICO 1 -

Z= 47.01 CAMADA NO. 4
X= 14.40
Y= .00
TENSOES NORMAIS
SXX -.03
SYY -.01
SZZ -.38
TENSOES DE CISALHAMENTO
SXY .0000E+00
SXZ .0000E+00
SYZ .0000E+00
TENSOES PRINCIPAIS
PS 1 -.01
PS 2 -.03
PS 3 -.38
TENSAO PRINCIPAL DE CIS.
PSS1 .1884E+00
PSS2 .9336E-02
PSS3 .1790E+00
DESLOCAMENTOS
UX .0000E+00
UY .0000E+00
UZ .2550E-01
DEF.ESPECIFICAS NORMAIS
EXX .1365E-03
EYY .1611E-03
EZZ -.3355E-03
DEF.ESP.DE CISALHAMENTO
EXY .0000E+00
EXZ .0000E+00
EYZ .0000E+00
DEF.ESP.PRINCIPAIS
PE 1 .1611E-03
PE 2 .1365E-03
PE 3 -.3355E-03
DEF.ESP.PRINCIP.DE CIS.
PSE1 .4966E-03
PSE2 .2461E-04
PSE3 .4720E-03

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 25 de 47 |



Prefeitura de Jacareí
Secretaria de Infraestrutura
- Diretoria de Projetos -

9. Anexo B – Resultados dos Ensaios Laboratoriais – Jazida

| | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|------------------------------------|
| | | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | |
| PG. 01/5 | | | | | |
| DATA: 20/08/19 | | CAMADA: | | Local: 1º Horizonte | |
| KM: | | LOCAL DE COLETA: | | REG.: 001 | |
| | | Sondagem | | PROF.: | |
| CARACTERISTICA DO MATERIAL: Argila Vermelha | | | | | |
| PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLOS PARA ENSAIOS DE GRANULOMETRIA, COMPACTAÇÃO, CBR E ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO (DNER-ME 041/94, DNER-ME 051/94, DNER-ME 80/94) | | | | | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA: | | 6000 | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | Material Passante Peso Acumulado (g) | % Passante da Amostra Total |
| 3" | 76,2 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | 6000 | 100% |
| 1" | 25,4 | | | 6000 | 100% |
| 3/4" | 19,1 | | | 6000 | 100% |
| 3/8" | 9,5 | | | 6000 | 100% |
| Nº 04 | 4,8 | | | 6000 | 100,00% |
| CALCULO DA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA PARA OS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E CBR, EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA GRANULOMETRIA: | | | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | % Retidas | |
| 3" | 76,1 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | | |
| 1" | 25,4 | | | | |
| 3/4" | 19,1 | | | | |
| 3/8" | 9,5 | | | | |
| Nº 04 | 4,8 | | | | |
| TOTAL RETIDO # 4 (g) | | | | | |
| TOTAL PASSANTE # 4 (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PARA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA SUBSTITUINDO O PASSANTE NA # 3" E RETIDO NA # 3/4" POR IGUAL QUANTIDADE DO PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 EM UMA AMOSTRA COM 7.000,0g TEMOS: | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 TEMOS | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 4 TEMOS | | | | 6000,0 (g) | |
| _____ Laboratorista | | | _____ Eng. Responsável | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 26 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------|--|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|--------|---------------------|--------|------------|---------|---|----------|-------------|-------|-------------------------------|--|--|--|
| | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PG. 02/5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACA DE COLETA: PANO DE COLETA: Sondagem | FURO Nº: PROFUNDIDADE: 12 | HORIZ.: 1ª Horizonte | OPERADOR: Equipe DATA: 20/8/19 REGISTRO: 001 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL: Argila Vermelha | Nº DE GOLPES POR CAMADA: 12 | Nº ANEL: | CONSTANTE DO ANEL: 0,09250 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AMOSTRA: CBR | Nº ANEL: | Nº ANEL: | CONSTANTE DO ANEL: 0,09250 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPACTAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N.º Cilindro | 9 | 16 | 3 | 41 | 8 | Cápsula N.º | 7 | 4 | 29 | 11 | 40 | | | | | | | | |
| Peso do molde (g) | 5.363 | 5.002 | 5.342 | 4.102 | 5.356 | Peso do Material Úmido + Cápsula (g) | 117,92 | 108,20 | 117,70 | 109,80 | 118,69 | | | | | | | | |
| Volume do molde (cm³) | 2.101 | 2.078 | 2.080 | 2.055 | 2.078 | Peso do Material Seco + Cápsula (g) | 107,58 | 97,38 | 104,19 | 95,82 | 102,71 | | | | | | | | |
| Molde + solo úmido | 9.100 | 8.955 | 9.580 | 8.285 | 9.480 | Peso da Cápsula (g) | 27,43 | 25,70 | 25,49 | 23,61 | 27,8 | | | | | | | | |
| Solo úmido | 3737 | 3953 | 4.238 | 4.183 | 4.124 | Peso da Água (g) | 10,34 | 10,82 | 13,51 | 13,98 | 15,98 | | | | | | | | |
| Massa específica aparente úmida (g/cm³) | 1,779 | 1,903 | 2,037 | 2,036 | 1,985 | Peso do Material Seco (g) | 80,15 | 71,68 | 78,70 | 72,21 | 74,91 | | | | | | | | |
| Massa específica aparente seca (g/cm³) | 1,576 | 1,653 | 1,738 | 1,706 | 1,636 | Teor de Umidade (%) | 12,9 % | 15,1 % | 17,2 % | 19,4 % | 21,3 % | | | | | | | | |
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | | | UMIDADE DE MOLDAGEM | | | | ÁGUA A ADICIONAR | | | | | | | | | | | |
| Cápsula N.º | 32 | | | | | Cápsula N.º | | | | | | UMIDADE HIGROSCÓPICA H | 16,04% | | | | | | |
| Peso do Material Úmido + Cápsula (g) | 114,97 | | | | | Peso do Material Úmido + Cápsula (g) | | | | | | FATOR DE CORREÇÃO FC = $\frac{100}{100+H}$ | 0,861772 | | | | | | |
| Peso do Material Seco + Cápsula (g) | 102,65 | | | | | Peso do Material Seco + Cápsula (g) | | | | | | PESO DO SOLO NA UMID. HIGROSCÓPICA (P _H) | 6000 | | | | | | |
| Peso da Cápsula (g) | 25,82 | | | | | Peso da Cápsula (g) | | | | | | PESO DO SOLO SECO P _s = P _t x FC | 5171 | | | | | | |
| Peso da Água (g) | 12,32 | | | | | Peso da Água (g) | | | | | | UMIDADE ÓTIMA DO PROCTOR (U _o) | 17,7% | | | | | | |
| Peso do Material Seco (g) | 76,83 | | | | | Peso do Material Seco (g) | | | | | | UMIDADE A ACRESCENTAR U _a = U _o - H | 1,7 | | | | | | |
| Teor de Umidade (%) | 16,04 % | | | | | Teor de Umidade (%) | | | | | | ÁGUA A ACRESCENTAR = P _s x U _a (g) | 85,97 | | | | | | |
| Umidade Média (%) | 16,04 % | | | | | Umidade Média (%) | | | | | | | | | | | | | |
| EXPANSÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO N.º | | 16 | | | | 3 | | | | 41 | | | | | | | | | |
| ALTURA INICIAL mm | | 114,5 mm | | | | 114,5 mm | | | | 114,9 mm | | | | | | | | | |
| DATA | HORA | LEITURA | EXP % | DIF. | LEITURA | EXP % | DIF. | LEITURA | EXP % | DIF. | LEITURA | EXP % | DIF. | | | | | | |
| 20/08/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21/08/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22/08/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23/08/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24/08/2019 | 10:30 | | | | 0,05 | 0,04% | 0,01 | 0,15 | 0,13% | 0,64 | 0,35 | 0,30% | 0,05 | | | | | | |
| PENETRAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRAÇÃO | | TEMPO | | PRESSÃO PADRÃO | | Cilindro 16 | | | | Cilindro 3 | | | | Cilindro 41 | | | | | |
| mm | POL. | MINUTOS | Kg/cm² | L. MICR. | CAL. | CORRIG. | I.S.C | L. MICR. | CAL. | CORRIG. | I.S.C | L. MICR. | CAL. | CORRIG. | I.S.C | | | | |
| 0,63 | 0,025 | 0,5 | | 11 | 1,0 | | | 40 | 3,7 | | | 35 | 3,2 | | | | | | |
| 1,27 | 0,050 | 1,0 | | 17 | 1,6 | | | 73 | 6,8 | | | 53 | 4,9 | | | | | | |
| 1,90 | 0,075 | 1,5 | | 22 | 2,0 | | | 86 | 8,0 | | | 70 | 6,6 | | | | | | |
| 2,54 | 0,100 | 2,0 | 70,31 | 27 | 2,5 | 2,5 | 3,55 | 96 | 8,9 | 8,9 | 12,63 | 81 | 7,5 | 7,5 | 10,66 | | | | |
| 3,81 | 0,150 | 3,0 | | 35 | 3,2 | | | 111 | 10,3 | | | 93 | 8,6 | | | | | | |
| 5,08 | 0,200 | 4,0 | 105,46 | 40 | 3,7 | 3,7 | 3,51 | 127 | 11,7 | 11,7 | 11,14 | 100 | 9,3 | 9,3 | 8,77 | | | | |
| 7,62 | 0,300 | 6,0 | 132,00 | 47 | 4,3 | | | 148 | 13,7 | | | 109 | 10,1 | | | | | | |
| 10,16 | 0,400 | 8,0 | 181,00 | 53 | 4,9 | | | 167 | 15,4 | | | 117 | 10,8 | | | | | | |
| 12,70 | 0,500 | 10,0 | 182,00 | 58 | 5,4 | | | 181 | 16,8 | | | 124 | 11,5 | | | | | | |
| Massa específica aparente seca máxima (g/cm³) | | | | 1,742 | | | | Teor de Umidade (%) | | | | 17,7% | | | | Umidade Hot do x I.S.C = 17,8 | | | |
| Índice de Suporte Califórnia (%) | | | | 11,6 % | | | | Expansão (%) | | | | 0,12 % | | | | Maior I.S.C = 11,6 | | | |
| Esforço de compactação | | Normal | | <input checked="" type="checkbox"/> | | Intermediário | | Modificado | | Modificado | | Modificado | | Modificado | | Modificado | | | |
| Laboratorista | | | | | | | | | | | | Eng. Responsável | | | | | | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | |
|---|---|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita |
| | Emissão: 30/10/2019 |
| | Revisão 02 |
| | Página 27 de 47 |

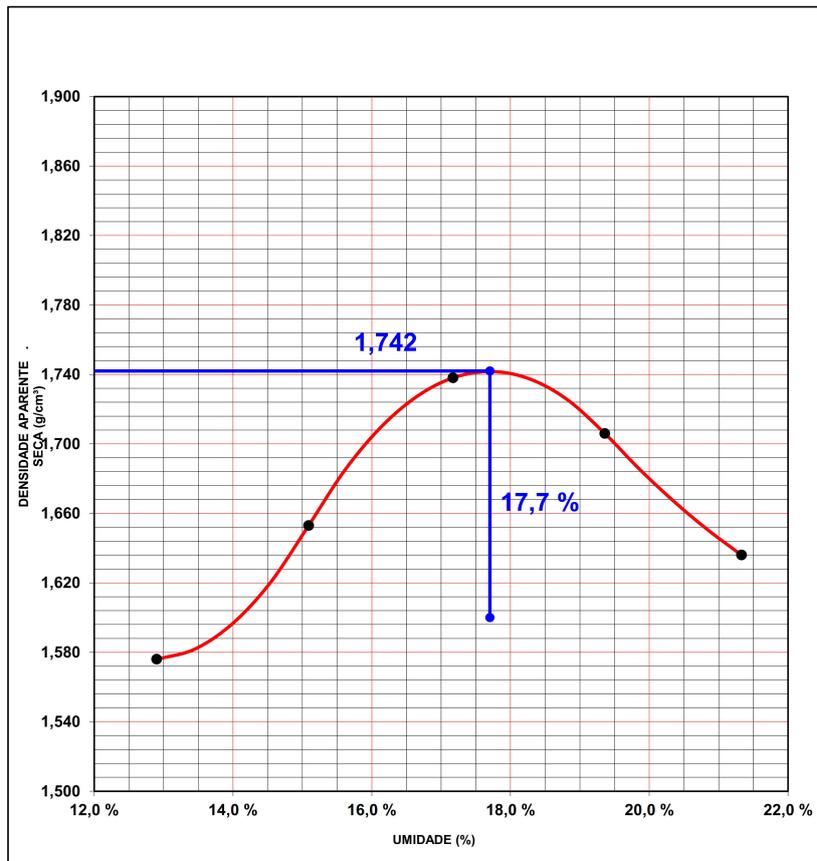


Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | | |
|---|---------------|---|----------|
|  | iente: F | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | PG. 03/8 |
| estaca | DATA: 20/8/19 | REG. 001 | |
| GRÁFICO DA COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94) | | | |



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 28 de 47 |

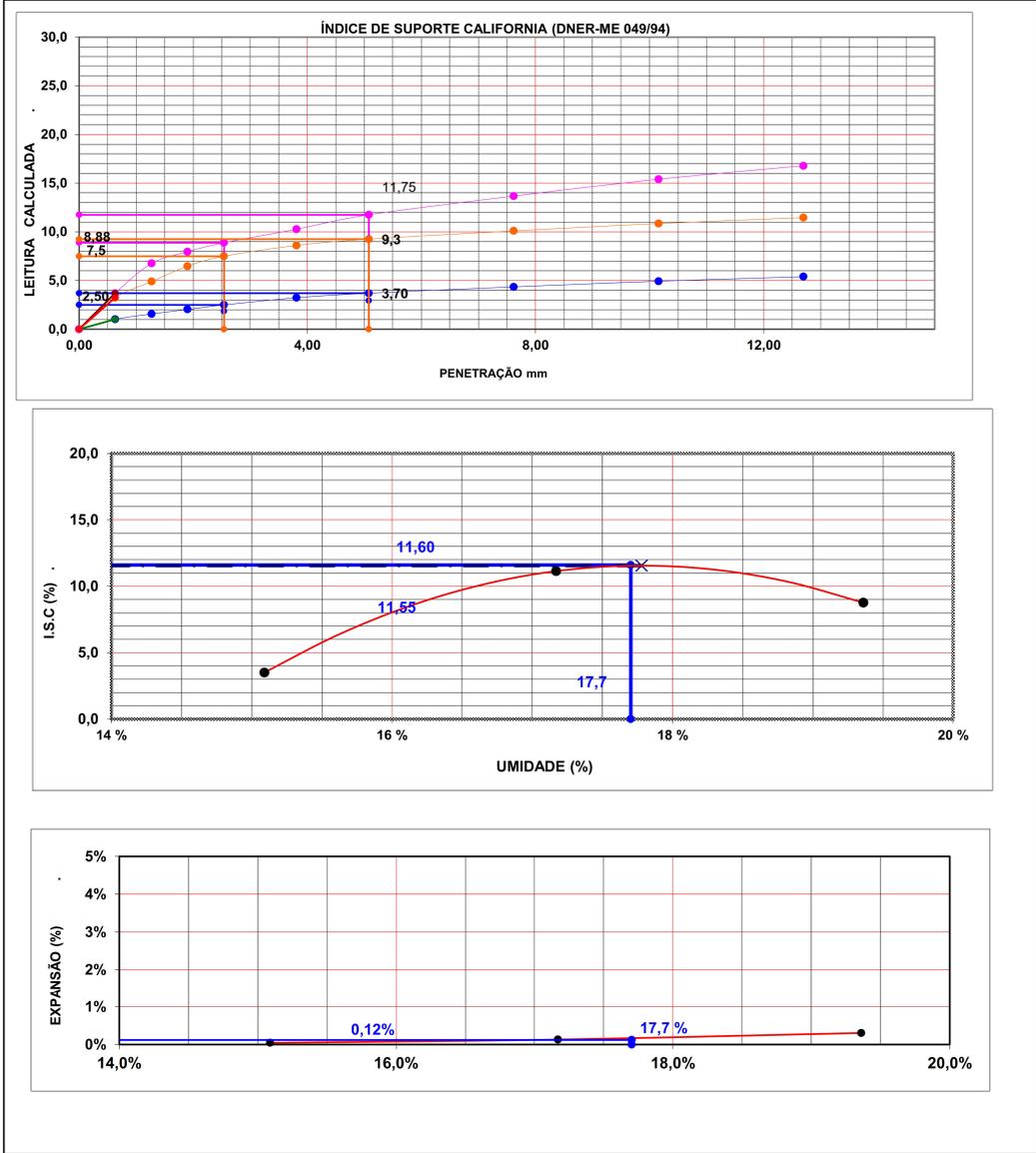


Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | |
|----------------------|---|----------|
| | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | PG. 04/5 |
| DATA: 20/8/19 | REG. 001 | |



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão: 02 | Página: 29 de 47 |



Prefeitura de Jacareí
Secretaria de Infraestrutura
- Diretoria de Projetos -

| | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|------------------------------------|
| | | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | |
| PG. 01/5 | | | | | |
| DATA: 26/06/19 | | CAMADA: | | Local: 2º Horizonte | |
| KM: | | LOCAL DE COLETA: Sondagem | | REG.: 002 | |
| PROF.: | | CARACTERISTICA DO MATERIAL: Argila Arenosa Variegada | | | |
| PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLOS PARA ENSAIOS DE GRANULOMETRIA, COMPACTAÇÃO, CBR E ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO (DNER-ME 041/94, DNER-ME 051/94, DNER-ME 80/94) | | | | | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA: | | 6000 | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | Material Passante Peso Acumulado (g) | % Passante da Amostra Total |
| 3" | 76,2 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | 6000 | 100% |
| 1" | 25,4 | | | 6000 | 100% |
| 3/4" | 19,1 | | | 6000 | 100% |
| 3/8" | 9,5 | | | 6000 | 100% |
| Nº 04 | 4,8 | | | 6000 | 100,00% |
| CALCULO DA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA PARA OS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E CBR, EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA GRANULOMETRIA: | | | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | % Retidas | |
| 3" | 76,1 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | | |
| 1" | 25,4 | | | | |
| 3/4" | 19,1 | | | | |
| 3/8" | 9,5 | | | | |
| Nº 04 | 4,8 | | | | |
| TOTAL RETIDO # 4 (g) | | | | | |
| TOTAL PASSANTE # 4 (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PARA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA SUBSTITUINDO O PASSANTE NA # 3" E RETIDO NA # 3/4" POR IGUAL QUANTIDADE DO PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 EM UMA AMOSTRA COM 7.000,0g TEMOS: | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 TEMOS | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 4 TEMOS | | | | | 6000,0 (g) |
| _____ Laboratorista | | | _____ Eng. Responsável | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 31 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------|--------|---|---------|--------------------------------------|--------|----------------------|--------|----------|--|-------------------------------|---------|---------|-------|
| | Ciente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | | | | | | | | | | PG. 025 | | |
| ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94) | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACA DE COLETA: | | | | FURO N.º: | | | | HORIZ.: 2º Horizonte | | | | OPERADOR: Equipe | | | |
| PANO DE COLETA: Sondagem | | | | PROFUNDIDADE: | | | | DATA: 26/6/19 | | | | REGISTRO: 002 | | | |
| MATERIAL: Argila Arenosa Variiegada | | | | Nº DE GOLPES POR CAMADA 12 | | | | AMOSTRA: CBR | | | | CONSTANTE DO ANEL: 0,09250 | | | |
| COMPACTAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | |
| N.º Cilindro | 9 | 13 | 44 | 14 | 8 | Cápsula N.º | 7 | 39 | 7 | 35 | 40 | | | | |
| Peso do molde (g) | 5.363 | 5.067 | 4.110 | 4.941 | 5.356 | Peso do Material Úmido + Cápsula (g) | 122,12 | 124,00 | 119,00 | 105,70 | 122,29 | | | | |
| Volume do molde (cm³) | 2.101 | 2.078 | 2.064 | 2.101 | 2.078 | Peso do Material Seco + Cápsula (g) | 107,58 | 107,84 | 102,50 | 90,53 | 102,71 | | | | |
| Molde + solo úmido | 8.850 | 8.830 | 8.130 | 8.935 | 9.080 | Peso da Cápsula (g) | 27,43 | 27,80 | 27,43 | 27,63 | 27,8 | | | | |
| Solo úmido | 3487 | 3763 | 4.020 | 3.994 | 3.724 | Peso da Água (g) | 14,54 | 16,16 | 16,50 | 15,17 | 19,58 | | | | |
| Massa específica aparente úmida (g/cm³) | 1,660 | 1,811 | 1,948 | 1,901 | 1,792 | Peso do Material Seco (g) | 80,15 | 80,04 | 75,07 | 62,90 | 74,91 | | | | |
| Massa específica aparente seca (g/cm³) | 1,405 | 1,507 | 1,597 | 1,532 | 1,421 | Teor de Umidade (%) | 18,1 % | 20,2 % | 22,0 % | 24,1 % | 26,1 % | | | | |
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cápsula N.º | 32 | | | | | Cápsula N.º | | | | | UMIDADE HIGROSCÓPICA H | 16,04% | | | |
| Peso do Material Úmido + Cápsula (g) | 114,97 | | | | | Peso do Material Úmido + Cápsula (g) | | | | | FATOR DE CORREÇÃO FC = $\frac{100}{100-H}$ | 0,861772 | | | |
| Peso do Material Seco + Cápsula (g) | 102,65 | | | | | Peso do Material Seco + Cápsula (g) | | | | | PESO DO SOLO NA UMID. HIGROSCÓPICA (Pt) | 6000 | | | |
| Peso da Cápsula (g) | 25,82 | | | | | Peso da Cápsula (g) | | | | | PESO DO SOLO SECO Ps = Pt x FC | 5171 | | | |
| Peso da Água (g) | 12,32 | | | | | Peso da Água (g) | | | | | UMIDADE ÓTIMA DO PROCTOR (Uo) | 22,3% | | | |
| Peso do Material Seco (g) | 76,83 | | | | | Peso do Material Seco (g) | | | | | UMIDADE A ACRESCENTAR Ua = Uo - H | 6,3 | | | |
| Teor de Umidade (%) | 16,04 % | | | | | Teor de Umidade (%) | | | | | ÁGUA A ACRESCENTAR = Ps x Ua (g) | 324,20 | | | |
| Umidade Média (%) | 16,04 % | | | | | Umidade Média (%) | | | | | | | | | |
| EXPANSÃO | | | | | | | | | | | | | | | |
| CILINDRO N.º | | | | | | 13 | | 44 | | 14 | | | | | |
| ALTURA INICIAL mm | | | | | | 114,5 mm | | 114,5 mm | | 114,3 mm | | | | | |
| DATA | HORA | LEITURA | EXP % | DIF. | LEITURA | EXP % | DIF. | LEITURA | EXP % | DIF. | LEITURA | EXP % | DIF. | | |
| 26/06/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 27/06/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 28/06/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 29/06/2019 | 10:30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 30/06/2019 | 10:30 | | | | 0,53 | 0,46% | 0,07 | 0,40 | 0,35% | 0,64 | 0,22 | 0,19% | 0,03 | | |
| PENETRAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | |
| PENETRAÇÃO | | TEMPO | | PRESSÃO PADRÃO | | Cilindro 13 | | Cilindro 44 | | | | Cilindro 14 | | | |
| mm | POL. | MINUTOS | Kg/cm² | L. MICR. | CAL. | CORRIG. | I.S.C | L. MICR. | CAL. | CORRIG. | I.S.C | L. MICR. | CAL. | CORRIG. | I.S.C |
| 0,63 | 0,025 | 0,5 | | 26 | 2,4 | | | 50 | 4,6 | | | 22 | 2,0 | | |
| 1,27 | 0,050 | 1,0 | | 35 | 3,2 | | | 84 | 7,8 | | | 43 | 4,0 | | |
| 1,90 | 0,075 | 1,5 | | 46 | 4,2 | | | 96 | 8,8 | | | 55 | 5,1 | | |
| 2,54 | 0,100 | 2,0 | 70,31 | 53 | 4,9 | 4,9 | 6,97 | 108 | 10,0 | 10,0 | 14,21 | 68 | 6,3 | 6,3 | 8,95 |
| 3,81 | 0,150 | 3,0 | | 64 | 5,9 | | | 122 | 11,3 | | | 80 | 7,4 | | |
| 5,08 | 0,200 | 4,0 | 105,46 | 75 | 6,9 | 6,9 | 6,58 | 132 | 12,2 | 12,2 | 11,58 | 94 | 8,7 | 8,7 | 8,24 |
| 7,62 | 0,300 | 6,0 | 132,00 | 90 | 8,4 | | | 145 | 13,4 | | | 112 | 10,4 | | |
| 10,16 | 0,400 | 8,0 | 181,00 | 104 | 9,6 | | | 157 | 14,5 | | | 129 | 11,9 | | |
| 12,70 | 0,500 | 10,0 | 182,00 | 115 | 10,7 | | | 166 | 15,4 | | | 142 | 13,1 | | |
| Massa específica aparente seca máxima (g/cm³) | | | | 1,599 | | Teor de Umidade (%) | | | | 22,3% | | Umidade Hot do > I.S.C = 22,3 | | | |
| Índice de Suporte Califórnia (%) | | | | 11,8 % | | Expansão (%) | | | | 0,35 % | | Maior I.S.C = 11,7 | | | |
| Esforço de compactação | | Normal | | <input checked="" type="checkbox"/> Intermediário | | | | Modificado | | | | | | | |
| Laboratorista | | | | | | Eng. Responsável | | | | | | | | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | |
|---|---|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita |
| | Emissão: 30/10/2019 |
| | Revisão 02 |
| | Página 32 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -



Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

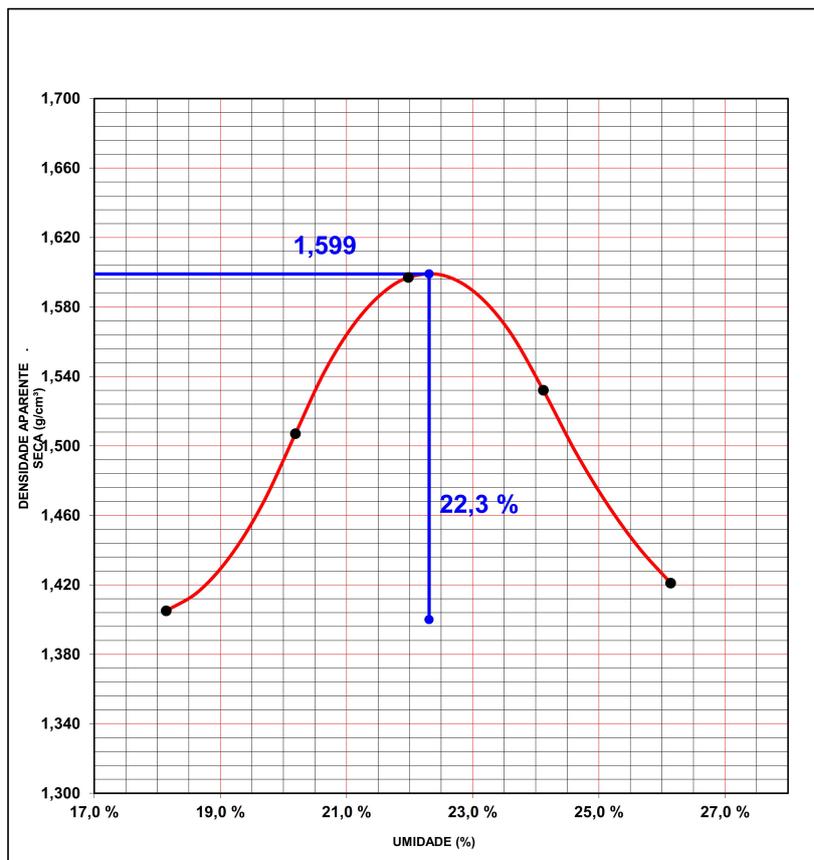
PG. 03/8

estaca

DATA: 26/6/19

REG. 002

GRÁFICO DA COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94)



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 33 de 47 |

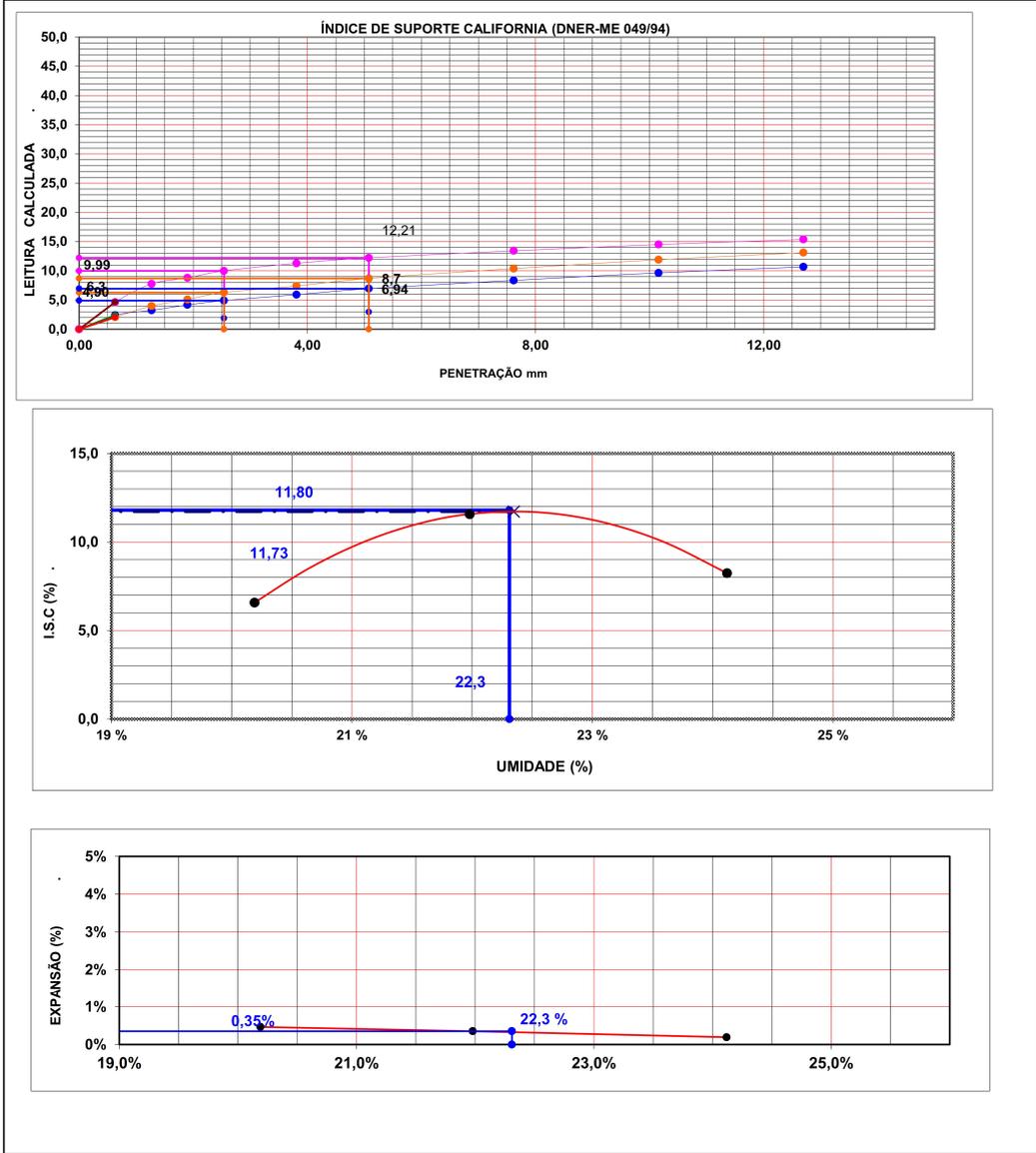


Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | |
|----------------------|---|-----------------|
| | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | PG. 04/5 |
| DATA: 26/6/19 | | REG. 002 |



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 34 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

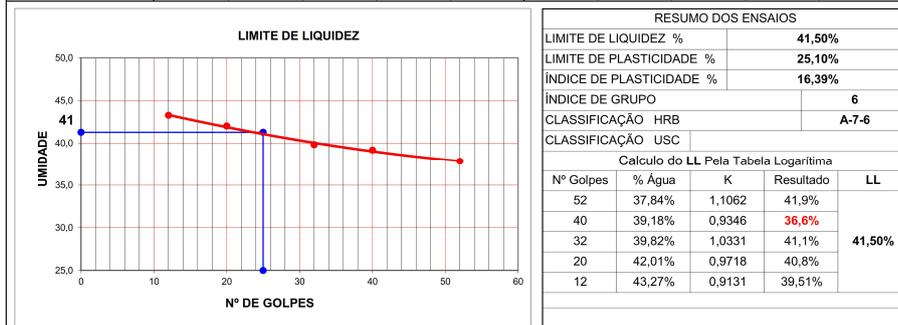
| | |
|--|---|
| | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí |
|--|---|

PG. 055

| ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO | |
|------------------------------------|------------------|
| ESTACA DE COLETA: 0 | OPERADOR: Equipe |
| PAÑO DE COLETA: Sondagem | EQUIPE: |
| MATERIAL: Argila Arenosa Variegada | DATA: 26/6/19 |
| ESTUDO: Caracterização | REGISTRO: 2 |

| ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 051/94, DNER-ME 080/94) | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------------------------------|---|-------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|------------------------------|
| PREPARAÇÃO DO MATERIAL | | | | | PENEIRAMENTO GROSSO | | | | |
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | | | | PENEIRA | Peso amostra seca | | | % que passa da amostra total |
| Recipiente nº | 40 | 36 | | | | Retido Individual | Retido Acumulado | Passante Acumulado | |
| Solo úmido + tara | 143,80 | g | 127,90 | g | 3" | | | | |
| Solo seco + tara | 128,90 | g | 115,00 | g | 2" | | | | |
| Tara | 27,80 | g | 26,76 | g | 1 1/2" | | | | |
| Água | 14,90 | g | 12,90 | g | 1" | | | | |
| Solo seco | 101,10 | g | 88,24 | g | 3/4" | | | | |
| Teor de umidade | 14,74% | % | 14,62% | % | 3/8" | | | 1.744,0 | 100,00% |
| MÉDIA h = | 14,68% | | FAT. CORREÇÃO | | Nº 4 | | 3,6 | 1.740,4 | 99,80% |
| AMOSTRA TOTAL SECA (g) = | 1744,0 | | FC = $\frac{100}{100+h}$ 0,8720 | | Nº 10 | | 35,5 | 1.708,5 | 97,96% |
| PENEIRAMENTO FINO | | | | | | | | | |
| a) - Amostra total úmida (g) | 2000,0 | | | | PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA | | | 201,9 | gramas |
| b) - Solo seco retido pela peneira (g) | 35,5 | | | | PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA | | | 176,1 | gramas |
| c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a - b) | 1964,5 | | | | PENEIRA Nº | Peso amostra seca | | % que passa da amostra parcial | % que passa da amostra total |
| d) - Solo seco passando pela peneira 10 = C x FC | 1713,0 | | | | | RETIDO ACUMULADO | PASSADO | | |
| e) - Amostra total seca = b + d | 1748,5 | | | | | | | | |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | Pedregulho | 0,20% | | % | 10 | | | | |
| | Areia grossa | 1,83% | | % | | | | | |
| | Areia média | 23,84% | | % | 40 | 42,9 | 133,2 | 75,66% | 74,12% |
| | Areia fina | 32,08% | | % | | | | | |
| | Silte + argila | 42,04% | | % | 200 | 100,5 | 75,5 | 42,91% | 42,04% |

| ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/94) | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| AMOSTRA (g) | LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | |
| Cápsula nº | 32 | 41 | 14 | 27 | 8 | 40 | 11 | 31 | 20 | 42 |
| Cápsula + solo úmido (g) | 20,55 | 19,50 | 20,47 | 22,20 | 23,83 | 13,51 | 16,59 | 13,38 | 13,07 | 14,62 |
| Cápsula + solo seco (g) | 18,31 | 17,40 | 18,22 | 19,28 | 21,45 | 13,30 | 16,36 | 13,16 | 12,86 | 14,38 |
| Peso da cápsula (g) | 12,39 | 12,04 | 12,57 | 12,33 | 15,95 | 12,45 | 15,46 | 12,3 | 12 | 13,43 |
| Peso da água (g) | 2,24 | 2,10 | 2,25 | 2,92 | 2,38 | 0,21 | 0,23 | 0,22 | 0,21 | 0,24 |
| Peso do solo seco (g) | 5,92 | 5,36 | 5,65 | 6,95 | 5,50 | 0,85 | 0,90 | 0,86 | 0,86 | 0,95 |
| % de água | 37,84% | 39,18% | 39,82% | 42,01% | 43,27% | 24,7% | 25,6% | 25,6% | 24,4% | 25,3% |
| Golpes | 52 | 40 | 32 | 20 | 12 | | | | | |



| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Laboratorista</p> | <p style="text-align: center;">Eng. Responsável</p> |
|--|---|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão: 02 | Página: 35 de 47 |



Prefeitura de Jacareí
Secretaria de Infraestrutura
- Diretoria de Projetos -

| | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|------------------------------------|
| | | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | |
| PG. 01/5 | | | | | |
| DATA: 20/08/19 | | CAMADA: | | Local: 3º Horizonte | |
| KM: | | LOCAL DE COLETA: Sondagem | | REG.: 003 | |
| PROF.: | | CARACTERISTICA DO MATERIAL: Areia Siltosa Rosa | | | |
| PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLOS PARA ENSAIOS DE GRANULOMETRIA, COMPACTAÇÃO, CBR E ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO (DNER-ME 041/94, DNER-ME 051/94, DNER-ME 80/94) | | | | | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA: | | 6000 | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | Material Passante Peso Acumulado (g) | % Passante da Amostra Total |
| 3" | 76,2 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | 6000 | 100% |
| 1" | 25,4 | | | 6000 | 100% |
| 3/4" | 19,1 | | | 6000 | 100% |
| 3/8" | 9,5 | | | 6000 | 100% |
| Nº 04 | 4,8 | | | 6000 | 100,00% |
| CALCULO DA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA PARA OS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E CBR, EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA GRANULOMETRIA: | | | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | % Retidas | |
| 3" | 76,1 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | | |
| 1" | 25,4 | | | | |
| 3/4" | 19,1 | | | | |
| 3/8" | 9,5 | | | | |
| Nº 04 | 4,8 | | | | |
| TOTAL RETIDO # 4 (g) | | | | | |
| TOTAL PASSANTE # 4 (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PARA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA SUBSTITUINDO O PASSANTE NA # 3" E RETIDO NA # 3/4" POR IGUAL QUANTIDADE DO PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 EM UMA AMOSTRA COM 7.000,0g TEMOS: | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 TEMOS | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 4 TEMOS | | | | | 6000,0 (g) |
| _____ Laboratorista | | | _____ Eng. Responsável | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 36 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -



Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

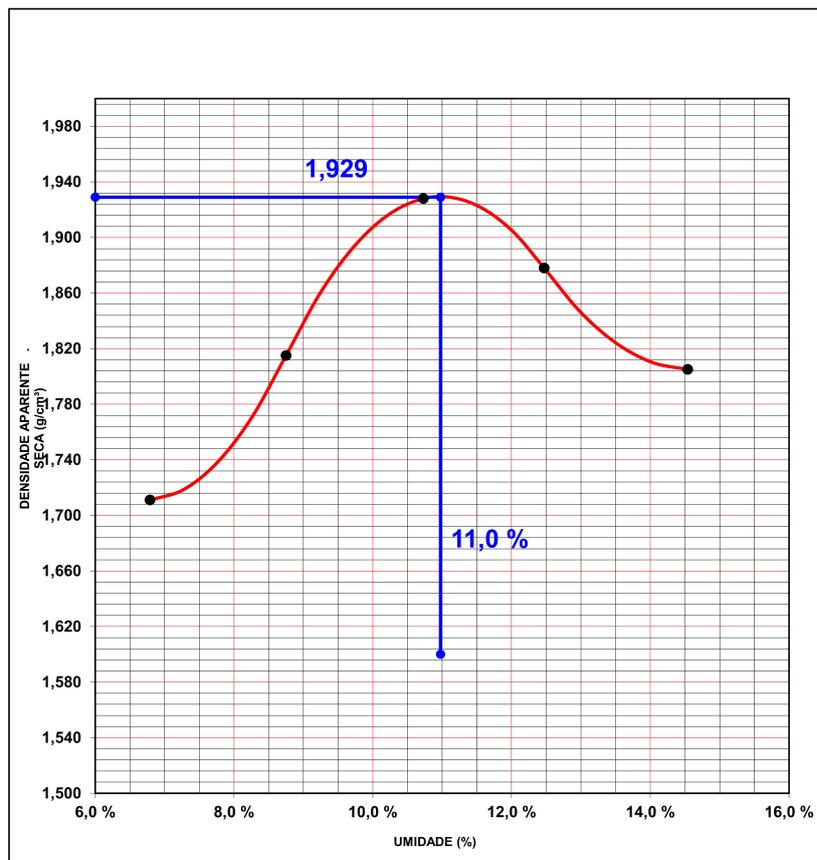
PG. 03/8

estaca

DATA: 20/8/19

REG. 003

GRÁFICO DA COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94)



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 38 de 47 |

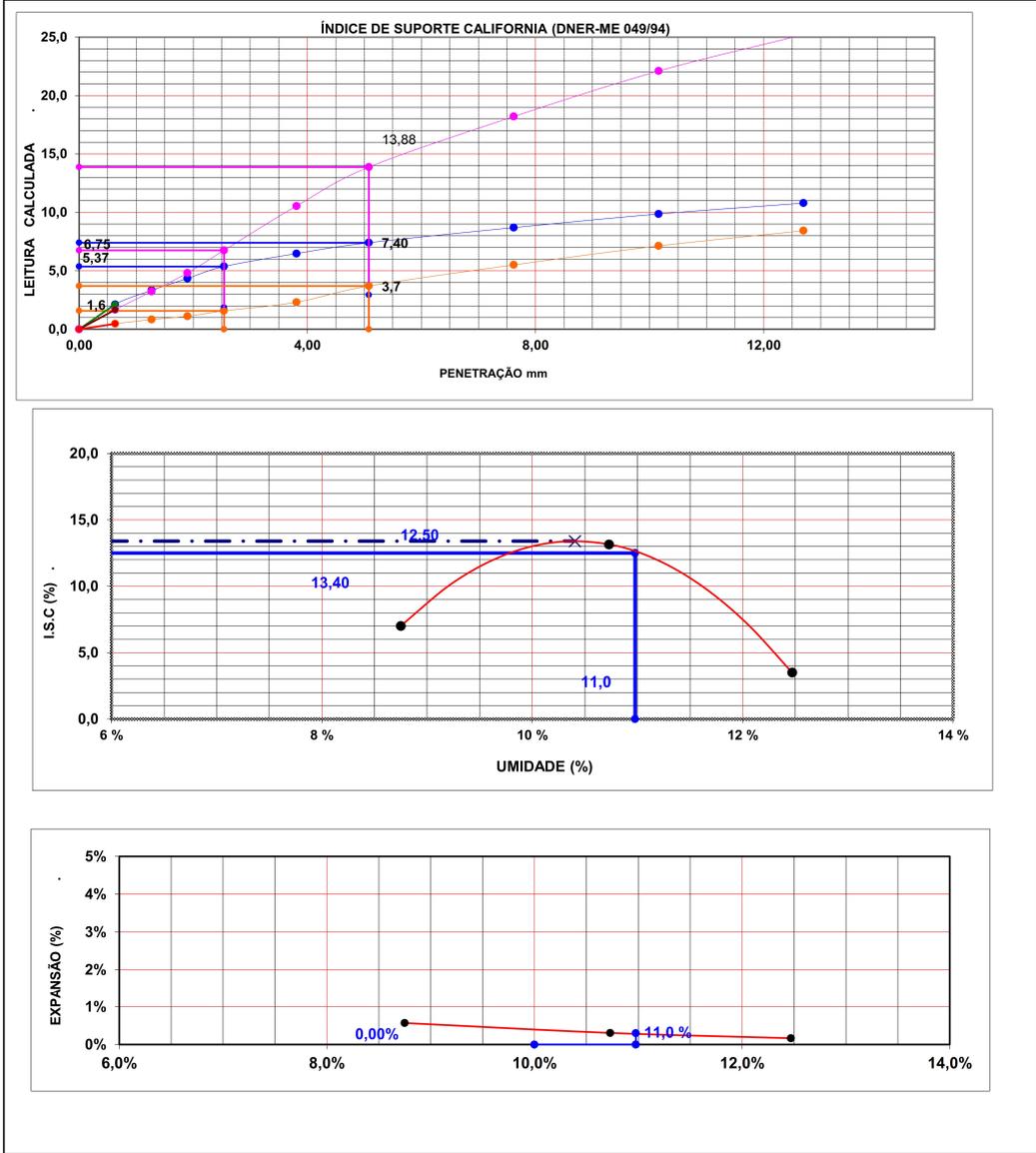


Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | |
|----------------------|---|-----------------|
| | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | PG. 04/5 |
| DATA: 20/8/19 | | REG. 003 |



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 39 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | |
|--|---|
| M_t I_u | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí |
|--|---|

PG. 05/5

| ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO | | | |
|-------------------------------|------------------|--|--|
| ESTACA DE COLETA: 0 | OPERADOR: Equipe | | |
| PAÑO DE COLETA: Sondagem | EQUIPE: | | |
| MATERIAL: Areia Silteosa Rosa | DATA: 20/8/19 | | |
| ESTUDO: Caracterização | REGISTRO: 3 | | |

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 051/94, DNER-ME 080/94)

| PREPARAÇÃO DO MATERIAL | | | | PENEIRAMENTO GROSSO | | | | | | |
|--|----------------|--------|-------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | | | PENEIRA | Peso amostra seca | | | % que passa da amostra total | | |
| Recipiente nº | 27 | 21 | | | Retido Individual | Retido Acumulado | Passante Acumulado | | | |
| Solo úmido + tara | 114,88 | 114,75 | g | 3" | | | | | | |
| Solo seco + tara | 111,06 | 111,00 | g | 2" | | | | | | |
| Tara | 27,06 | 27,13 | g | 1 1/2" | | | | | | |
| Água | 3,82 | 3,75 | g | 1" | | | | | | |
| Solo seco | 84,00 | 83,87 | g | 3/4" | | | | | | |
| Teor de umidade | 4,55% | 4,47% | % | 3/8" | | 1.913,7 | 100,00% | | | |
| MÉDIA h = | 4,51% | | FAT. CORREÇÃO | Nº 4 | 0,4 | 1.913,3 | 99,98% | | | |
| AMOSTRA TOTAL SECA (g) = | 1913,7 | | FC= $\frac{100}{100+h}$ | Nº 10 | 6,2 | 1.907,5 | 99,67% | | | |
| | | | | PENEIRAMENTO FINO | | | | | | |
| a) - Amostra total úmida (g) | | | | 2000,0 | | PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA | | 200,0 | gramas | |
| b) - Solo seco retido pela peneira (g) | | | | 6,2 | | PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA | | 191,4 | gramas | |
| c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a - b) | | | | 1993,8 | | PENEIRA Nº | Peso amostra seca | | % que passa da amostra parcial | % que passa da amostra total |
| d) - Solo seco passando pela peneira 10 = C x FC | | | | 1907,7 | | | RETIDO ACUMULADO | PASSADO | | |
| e) - Amostra total seca = b + d | | | | 1914,0 | | 10 | | | | |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | Pedregulho | | 0,02% | % | 10 | | | | | |
| | Areia grossa | | 0,31% | % | 40 | 70,2 | 121,2 | 63,33% | 63,12% | |
| | Areia média | | 36,55% | % | 200 | 147,5 | 43,9 | 22,93% | 22,86% | |
| | Areia fina | | 40,26% | % | | | | | | |
| | Silte + argila | | 22,86% | % | | | | | | |

ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/94)

| AMOSTRA (g) | LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cápsula nº | 38 | 26 | 7 | 10 | 6 | 18 | 39 | 17 | 25 | 33 |
| Cápsula + solo úmido (g) | 18,81 | 18,34 | 22,99 | 21,90 | 26,02 | 14,31 | 13,06 | 15,14 | 13,47 | 14,68 |
| Cápsula + solo seco (g) | 17,55 | 17,16 | 21,45 | 20,09 | 23,8 | 13,96 | 12,77 | 14,85 | 13,16 | 14,39 |
| Peso da cápsula (g) | 12,09 | 12,07 | 15,11 | 12,94 | 15,67 | 12,06 | 11,2 | 13,2 | 11,46 | 12,82 |
| Peso da água (g) | 1,26 | 1,18 | 1,54 | 1,81 | 2,22 | 0,35 | 0,29 | 0,29 | 0,31 | 0,29 |
| Peso do solo seco (g) | 5,46 | 5,09 | 6,34 | 7,15 | 8,13 | 1,90 | 1,57 | 1,65 | 1,70 | 1,57 |
| % de água | 23,08% | 23,18% | 24,29% | 25,31% | 27,31% | 18,4% | 18,5% | 17,6% | 18,2% | 18,5% |
| Golpes | 50 | 42 | 32 | 20 | 12 | | | | | |

LIMITE DE LIQUIDEZ

RESUMO DOS ENSAIOS

LIMITE DE LIQUIDEZ % **25,12%**

LIMITE DE PLASTICIDADE % **18,23%**

ÍNDICE DE PLASTICIDADE % **6,88%**

ÍNDICE DE GRUPO **1**

CLASSIFICAÇÃO HRB **A-2-6**

CLASSIFICAÇÃO USC

Cálculo do LL Pela Tabela Logarítmica

| Nº Golpes | % Água | K | Resultado | LL |
|-----------|--------|--------|-----------|---------------|
| 50 | 23,08% | 1,1001 | 25,4% | 25,12% |
| 42 | 23,18% | 1,0730 | 24,9% | |
| 32 | 24,29% | 1,0331 | 25,1% | |
| 20 | 25,31% | 0,9718 | 24,6% | |
| 12 | 27,31% | 0,9131 | 24,93% | |

| | |
|---------------|------------------|
| Laboratorista | Eng. Responsável |
|---------------|------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 40 de 47 |



Prefeitura de Jacareí
Secretaria de Infraestrutura
- Diretoria de Projetos -

| | | | | | |
|--|-------------|---|---|---|------------------------------------|
| | | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | | |
| PG. 01/5 | | | | | |
| DATA: 20/08/19 | | CAMADA: | | Local: 4º Horizonte | |
| KM: | | LOCAL DE COLETA: Sondagem | | REG.: 004 | |
| PROF.: | | CARACTERISTICA DO MATERIAL: Siite Rosa | | | |
| PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS DE SOLOS PARA ENSAIOS DE GRANULOMETRIA, COMPACTAÇÃO, CBR E ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO (DNER-ME 041/94, DNER-ME 051/94, DNER-ME 80/94) | | | | | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA: | | 6000 | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | Material Passante Peso Acumulado (g) | % Passante da Amostra Total |
| 3" | 76,2 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | 6000 | 100% |
| 1" | 25,4 | | | 6000 | 100% |
| 3/4" | 19,1 | | | 6000 | 100% |
| 3/8" | 9,5 | | | 6000 | 100% |
| Nº 04 | 4,8 | | | 6000 | 100,00% |
| CALCULO DA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA PARA OS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E CBR, EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA GRANULOMETRIA: | | | | | |
| PENEIRAS | (mm) | Material Retido Individual (g) | Material Retido Peso Acumulado (g) | % Retidas | |
| 3" | 76,1 | | | | |
| 2" | 50,8 | | | | |
| 1 1/2" | 38,1 | | | | |
| 1" | 25,4 | | | | |
| 3/4" | 19,1 | | | | |
| 3/8" | 9,5 | | | | |
| Nº 04 | 4,8 | | | | |
| TOTAL RETIDO # 4 (g) | | | | | |
| TOTAL PASSANTE # 4 (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PESO TOTAL DA AMOSTRA (g) | | | 6000 | 100,00% | |
| PARA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA SUBSTITUINDO O PASSANTE NA # 3" E RETIDO NA # 3/4" POR IGUAL QUANTIDADE DO PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 EM UMA AMOSTRA COM 7.000,0g TEMOS: | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 TEMOS | | | | | |
| MATERIAL PASSANTE NA # 4 TEMOS | | | | | 6000,0 (g) |
| _____ Laboratorista | | | _____ Eng. Responsável | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão: 02 | Página: 41 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -



Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

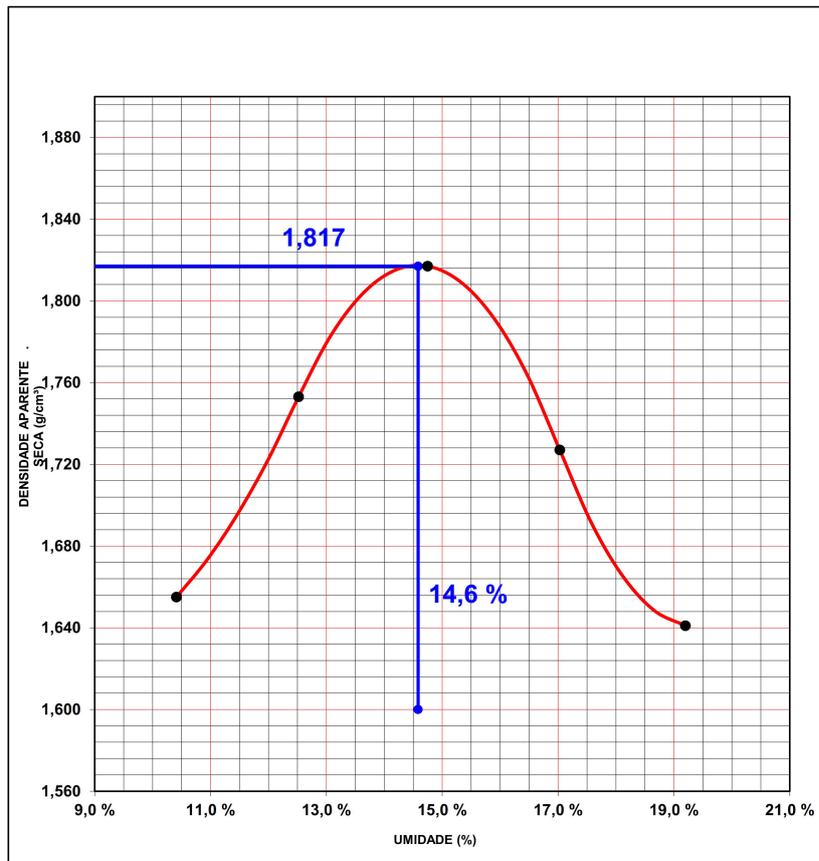
PG. 03/5

estaca

DATA: 20/8/19

REG. 004

GRÁFICO DA COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94)



| | |
|------------------------|---------------------------|
| _____ Laboratorista | _____ Eng. Responsável |
|------------------------|---------------------------|

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

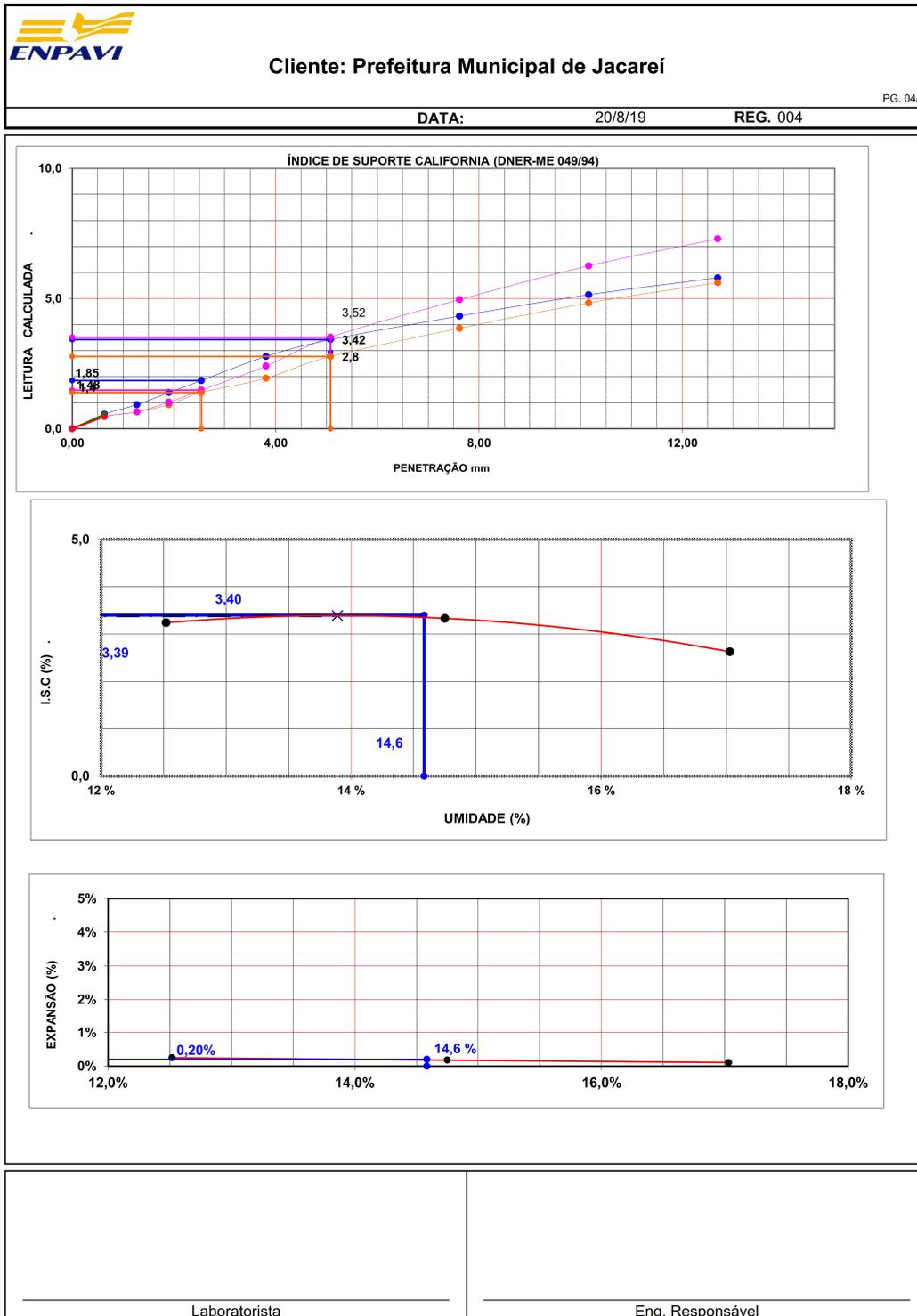
| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 43 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -



Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <p>Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001</p> | <p>Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação</p> | | | |
| <p>Elaborado por: Franklin Alcantara</p> | <p>Aprovado por: André dos Santos Pita</p> | <p>Emissão: 30/10/2019</p> | <p>Revisão 02</p> | <p>Página 44 de 47</p> |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| | | | | | | | | | | |
|---|--------------------|---|---------|-------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|--------|-----------|--------|
| | | Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí | | PG. 055 | | | | | | |
| ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO | | | | | | | | | | |
| ESTACA DE COLETA: 0 | | OPERADOR: Equipe | | | | | | | | |
| PANO DE COLETA: Sondagem | | EQUIPE: | | | | | | | | |
| MATERIAL: Silte Rosa | | DATA: 20/8/19 | | | | | | | | |
| ESTUDO: Caracterização | | REGISTRO: 4 | | | | | | | | |
| ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 051/94, DNER-ME 080/94) | | | | | | | | | | |
| PREPARAÇÃO DO MATERIAL | | PENEIRAMENTO GROSSO | | | | | | | | |
| UMIDADE HIGROSCÓPICA | | Peso amostra seca | | | | | | | | |
| Recipiente nº | 17 | 25 | PENEIRA | | | | | | | |
| Solo úmido + tara | 131,90 | 124,90 | 9 | 3" | | | | | | |
| Solo seco + tara | 119,70 | 115,50 | 9 | 2" | | | | | | |
| Tara | 25,91 | 27,72 | 9 | 1 1/2" | | | | | | |
| Água | 12,20 | 9,40 | 9 | 1" | | | | | | |
| Solo seco | 93,79 | 87,78 | 9 | 3/4" | | | | | | |
| Teor de umidade | 13,01% | 10,71% | 9 | 3/8" | | | | | | |
| MÉDIA h = | 11,86% | FAT. CORREÇÃO | Nº 4 | | | | | | | |
| AMOSTRA TOTAL SECA (g) = | 1788,0 | FC = $\frac{100}{100+h}$ | 0,8940 | Nº 10 | | | | | | |
| a) - Amostra total úmida (g) | | 2000,0 | | PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA | | | | | | |
| b) - Solo seco retido pela peneira (g) | | 4,1 | | 200,9 | | | | | | |
| c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a - b) | | 1995,9 | | gramas | | | | | | |
| d) - Solo seco passando pela peneira 10 = C x FC | | 1784,3 | | PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA | | | | | | |
| e) - Amostra total seca = b + d | | 1788,4 | | 179,6 | | | | | | |
| RESUMO DA GRANULOMETRIA | | Pedregulho | 0,02% | % | 10 | | | | | |
| | | Areia grossa | 0,21% | % | | | | | | |
| | | Areia média | 11,89% | % | 40 | | | | | |
| | | Areia fina | 51,94% | % | 200 | | | | | |
| | | Silte + argila | 35,94% | % | | | | | | |
| ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/94) | | | | | | | | | | |
| AMOSTRA (g) | LIMITE DE LIQUIDEZ | | | | | LIMITE DE PLASTICIDADE | | | | |
| Cápsula nº | 24 | 34 | 4 | 29 | 19 | 37 | 9 | 36 | 3 | 23 |
| Cápsula + solo úmido (g) | 22,50 | 21,20 | 23,15 | 19,68 | 21,04 | 14,09 | 15,99 | 14,44 | 15,76 | 13,23 |
| Cápsula + solo seco (g) | 20,69 | 19,51 | 21,54 | 18,19 | 19,12 | 13,78 | 15,76 | 14,15 | 15,55 | 12,9 |
| Peso da cápsula (g) | 12,31 | 12,11 | 14,6 | 12,25 | 12,48 | 12,12 | 14,43 | 12,51 | 14,28 | 11,05 |
| Peso da água (g) | 1,81 | 1,69 | 1,61 | 1,49 | 1,92 | 0,31 | 0,23 | 0,29 | 0,21 | 0,33 |
| Peso do solo seco (g) | 8,38 | 7,40 | 6,94 | 5,94 | 6,64 | 1,66 | 1,33 | 1,64 | 1,27 | 1,85 |
| % de água | 21,60% | 22,84% | 23,20% | 25,08% | 28,92% | 18,7% | 17,3% | 17,7% | 16,5% | 17,8% |
| Golpes | 52 | 42 | 32 | 21 | 11 | | | | | |
| | | | | | | RESUMO DOS ENSAIOS | | | | |
| | | | | | | LIMITE DE LIQUIDEZ % | | | | |
| | | | | | | 24,12% | | | | |
| | | | | | | LIMITE DE PLASTICIDADE % | | | | |
| | | | | | | 17,60% | | | | |
| | | | | | | ÍNDICE DE PLASTICIDADE % | | | | |
| | | | | | | 6,52% | | | | |
| | | | | | | ÍNDICE DE GRUPO | | | | |
| | | | | | | 2 | | | | |
| | | | | | | CLASSIFICAÇÃO HRB | | | | |
| | | | | | | A-4 | | | | |
| | | | | | | CLASSIFICAÇÃO USC | | | | |
| | | | | | | Cálculo do LL Pela Tabela Logarítmica | | | | |
| | | | | | | Nº Golpes | % Água | K | Resultado | LL |
| | | | | | | 52 | 21,60% | 1,1062 | 23,9% | 24,12% |
| | | | | | | 42 | 22,84% | 1,0730 | 24,5% | |
| | | | | | | 32 | 23,20% | 1,0331 | 24,0% | |
| | | | | | | 21 | 25,08% | 0,9775 | 24,5% | |
| | | | | | | 11 | 28,92% | 0,9037 | 26,13% | |
| _____ Laboratorista | | | | | | _____ Eng. Responsável | | | | |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 45 de 47 |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

10. Anexo C – Boletins de Ensaio – Solo Local

| Furo/ Amostra nº | ST 04/ 01 | ST 05/ 01 | ST 05/ 03 | ST 06/ 02 | ST 07/ 02 | ST 07/ 03 |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|------------------------|
| Classif. Táctil Visual | Argila Arenosa Marrom | Argila Arenosa Marrom | Areia Média Marrom Clara | Areia Média Marrom Clara | Areia Fina Cinza | Areia Fina Cinza Clara |
| Profundidade (m) | 0,20 à 1,33 | 0,25 à 0,78 | 1,12 à 1,80 | 0,78 à 1,40 | 1,22 à 1,75 | 1,75 à 2,10 |
| (M-191/88) Mini-Proctor | | | | | | |
| γ_s máx. (g/cm ³) | 1,74 | 1,71 | 1,84 | 1,79 | 1,63 | 1,67 |
| hótima (%) | 18,6 | 19,0 | 7,0 | 6,2 | 8,3 | 7,9 |
| (M-192/89) Mini-CBR | | | | | | |
| Mini-Cbr hm (%) | 21,2 | 21,2 | 25,6 | 21,4 | 14,9 | 16,7 |
| Mini-Cbr is (%) | 14,2 | 12,8 | 10,7 | 11,5 | 9,8 | 12,3 |
| Ris (%) | 67,1 | 60,4 | 41,7 | 53,7 | 65,9 | 73,6 |
| Exp (%) | 0,83 | 0,67 | 0,24 | 0,32 | 0,14 | 0,13 |
| Classificação (Pastilha MCT) | | | | | | |
| Classificação (Pastilha MCT) | --- | NA'-NS' | --- | --- | NA/LA | NA/LA |

| Furo/ Amostra nº | ST 07/ 05 | ST 08/ 04 | ST 09/ 01 | ST 10/ 01 | ST 10/ 02 | ST 10/ 04 |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------|
| Classif. Táctil Visual | Areia Fina Cinza Clara | Argila Arenosa Cinza Escura | Argila Arenosa Cinza | Solo Argiloso Marrom | Solo Argiloso Vermelho | Solo Argiloso Cinza |
| Profundidade (m) | 3,15 à 3,25 | 2,10 à 2,50 | 0,60 à 1,02 | 0,35 à 0,78 | 0,78 à 0,93 | 1,05 à 1,53 |
| (M-191/88) Mini-Proctor | | | | | | |
| γ_s máx. (g/cm ³) | 1,75 | 2,05 | 1,86 | 4,50 | 1,77 | 1,50 |
| hótima (%) | 8,3 | 11,4 | 17,9 | 18,4 | 18,4 | 26,8 |
| (M-192/89) Mini-CBR | | | | | | |
| Mini-Cbr hm (%) | 16,3 | 27,6 | 24,0 | 22,8 | 22,0 | 20,4 |
| Mini-Cbr is (%) | 10,7 | 27,6 | 17,1 | 10,7 | 9,0 | 10,3 |
| Ris (%) | 66,0 | 100,0 | 71,2 | 47 | 41,1 | 50,4 |
| Exp (%) | 0,12 | 0,22 | 0,32 | 1,19 | 1,13 | 2,87 |
| Classificação (Pastilha MCT) | | | | | | |
| Classificação (Pastilha MCT) | NA'/(NG'-NS') | --- | --- | LA' | LA' | NA'/(NG'-NS') |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|--|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 46 de 47 | |



Prefeitura de Jacareí

Secretaria de Infraestrutura

- Diretoria de Projetos -

| Furo/ Amostra nº | ST 11/ 03 | ST 12/ 01 | ST 14/ 01 | ST 14/ 02 | ST 15/ 01 | ST 16/ 02 |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|
| Classif. Tátil Visual | Areia Siltosa Amarela | Areia Média Cinza Escura | Argila Arenosa Marrom Escura | Solo Argiloso Cinza | Argila Arenosa Amarela | Argila Arenosa Marrom Escura |
| Profundidade (m) | 2,20 à 2,85 | 0,30 à 0,90 | 0,50 à 0,85 | 0,85 à 1,30 | 0,60 à 0,90 | 0,60 à 1,70 |
| (M-191/88) Mini-Proctor | | | | | | |
| γ_s máx. (g/cm ³) | 1,7 | 1,79 | 1,63 | 1,48 | 1,72 | 1,64 |
| hótima (%) | 16,5 | 6,3 | 23,0 | 30,9 | 17,6 | 22,9 |
| (M-192/89) Mini-CBR | | | | | | |
| Mini-Cbr hm (%) | 24,3 | 21,2 | 19,3 | 20,0 | 25,0 | 19,7 |
| Mini-Cbr is (%) | 13,7 | 9,4 | 6,9 | 7,8 | 14,7 | 9,9 |
| Ris (%) | 56,4 | 44,6 | 36,0 | 39,0 | 58,7 | 50,1 |
| Exp (%) | 0,75 | 0,16 | 2,62 | 1,85 | 0,15 | 2,69 |
| Classificação (Pastilha MCT) | | | | | | |
| Classificação (Pastilha MCT) | --- | NA/LA | --- | --- | --- | --- |

| Furo/ Amostra nº | ST 18/ 02 | ST 19/02 | ST 19/ 06 | ST 20/ 04 | --- | --- |
|--------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------|-----|-----|
| Classif. Tátil Visual | Areia Média Marrom | Argila Arenosa Marrom | Argila Arenosa Cinza Escura | Solo Argiloso Cinza | --- | --- |
| Profundidade (m) | 1,00 à 1,40 | 0,63 à 1,00 | 1,67 à 2,52 | 1,03 à 1,48 | --- | --- |
| (M-191/88) Mini-Proctor | | | | | | |
| γ_s máx. (g/cm ³) | 1,77 | 1,96 | 1,49 | 1,51 | --- | --- |
| hótima (%) | 7,9 | 13,6 | 26,8 | 31,1 | --- | --- |
| (M-192/89) Mini-CBR | | | | | | |
| Mini-Cbr hm (%) | 18,7 | 21,5 | 23,0 | 19,8 | --- | --- |
| Mini-Cbr is (%) | 9,5 | 20,1 | 7,4 | 11,9 | --- | --- |
| Ris (%) | 51,2 | 93,5 | 32,0 | 60,3 | --- | --- |
| Exp (%) | 0,11 | 0,15 | 2,50 | 1,80 | --- | --- |
| Classificação (Pastilha MCT) | | | | | | |
| Classificação (Pastilha MCT) | --- | --- | --- | LG' | --- | --- |

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

| | | | | | |
|---|---|-------------------------------|----------------------|---------------------------|--|
| Código: 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001 | Denominação: Memória de Cálculo de Pavimentação | | | | |
| Elaborado por: Franklin Alcantara | Aprovado por: André dos Santos Pita | Emissão: 30/10/2019 | Revisão 02 | Página 47 de 47 | |