



# 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

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

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.

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

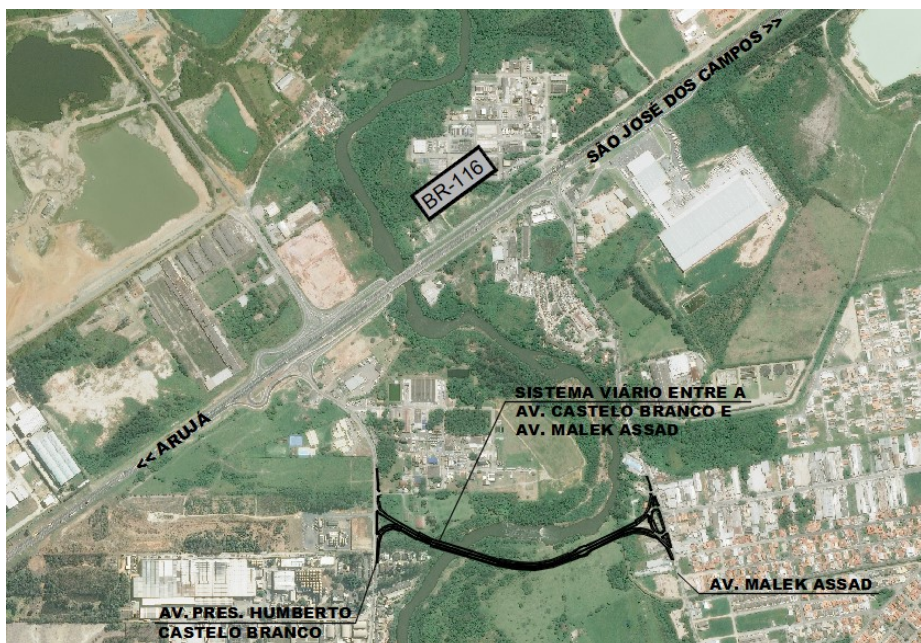


Figura 1 – Mapa de Localização

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.

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

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	$10^5$
Via Local e Coletora	MÉDIO	10	401 a 1500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	$5 \times 10^5$
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	$2 \times 10^6$
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	$2 \times 10^7$
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
	PESADO	12	> 10000	2000	5,90	$6,7 \times 10^7$	$5 \times 10^7$
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^6$ <sup>(1)</sup>	$10^7$
	VOLUME PESADO	12		> 500		$5 \times 10^7$	$5 \times 10^7$

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.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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	$\gamma_{SMax.}$ (g/cm <sup>3</sup> )	H <sub>Otimo</sub> (%)	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.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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 <sup>3</sup> )	H <sub>Otimo</sub> (%)	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.

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

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

Onde:

$CBR_p$  = CBR de projeto (%);

N = Número de amostras;

$\bar{CBR}$  = CBR médio (%);

$\sigma$  = 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/cm<sup>2</sup>). 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.

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

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 <sub>subleito</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	D <sub>subleito</sub> (x10 <sup>-2</sup> mm)	E <sub>Ref</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	D <sub>Topo Ref</sub> (x10 <sup>-2</sup> mm)	E <sub>EQUIVALENTE</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )
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	Espessura (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.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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;  
 $H_{20}$  = espessura sobre a sub-base;  
 $h_{20}$  = 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.

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

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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%	-	-	-
<b>Total</b>	<b>40,0</b>	<b>-</b>	<b>50,0</b>

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

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

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

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

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.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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/cm<sup>2</sup>;
- Módulo de resiliência do CBUQ (Revestimento) de 35.000 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Módulo de resiliência da Base de Brita Graduada Simples de 3.000 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Módulo de resiliência da Sub-base de Macadame Seco de 2.000 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Módulo de resiliência do subleito de 1.100 kgf/cm<sup>2</sup>;

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.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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 –  $\varepsilon_t$  ( $\times 10^{-4}$  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 –  $\varepsilon_v$  ( $\times 10^{-4}$  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.

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





**Prefeitura de Jacareí**  
**Secretaria de Infraestrutura**  
**- Diretoria de Projetos -**

**Tabela 8 – Resultados Análise Mecanicista**

Estrutura	Tipo	D (x10 <sup>-2</sup> mm)	$\epsilon_t$ (x10 <sup>-4</sup> cm/cm)	$\epsilon_v$ (x10 <sup>-4</sup> cm/cm)
Tipo II Estrutura Flexível (R=10,0cm / B=10,0cm/ SB=20,0cm)	Atuante	41	<b>2,346</b>	<b>4,098</b>
	Admissível	55	2,288	3,399
Tipo II Estrutura Flexível (R=10,0cm / B=15,0cm/ SB=20,0cm)	Atuante	39	2,252	<b>3,549</b>
	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.

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

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

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

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

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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 -1.10

TENSOES DE CISCALHAMENTO

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

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 -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.

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

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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 ELASTIC. (KGF/CM2)	COEF. DE 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 -1.10

TENSOES DE CISALHAMENTO

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

TENSOES PRINCIPAIS

PS 1 -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.

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

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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 -10  
TENSOES DE CISALHAMENTO  
SXY .0000E+00  
SXZ .0000E+00  
SYZ .0000E+00  
TENSOES PRINCIPAIS  
PS 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 CISALHAMENTO  
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.

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

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





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

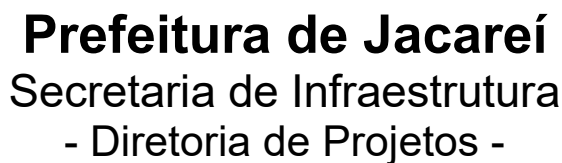
#### 9. Anexo B – Resultados dos Ensaios Laboratoriais – Jazida

		Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí			
PG. 01/5					
DATA: 20/08/19		CAMADA:		Local: 1º Horizonte	
KM:		LOCAL DE COLETA:		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.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Caxias, 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





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.

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




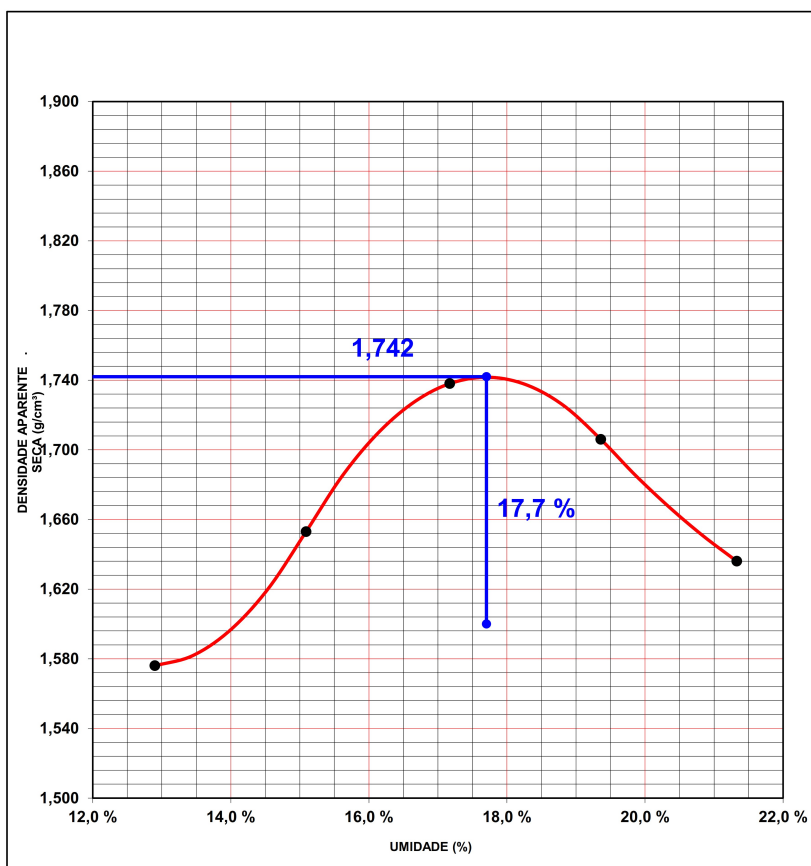


# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

	iente: F	Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí	PG. 03/5
estaca	DATA: 20/8/19	REG. 001	
GRÁFICO DA COMPACTAÇÃO (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94)			



<hr/>	<hr/>
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.

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





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

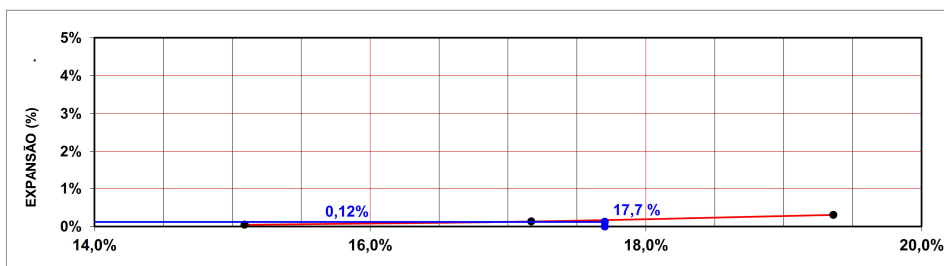
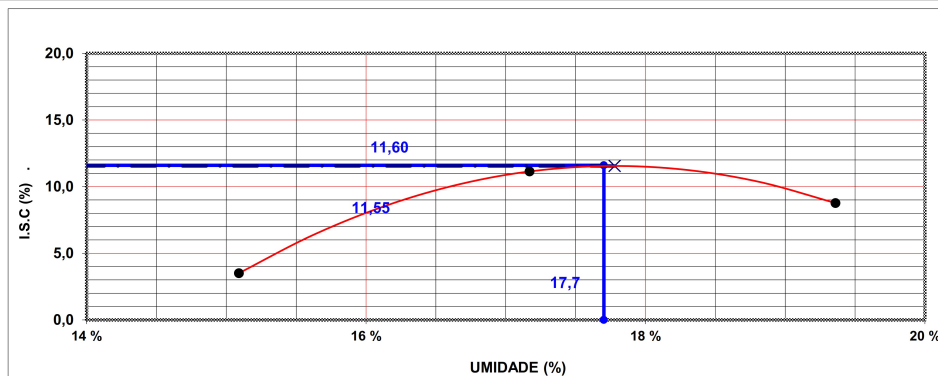
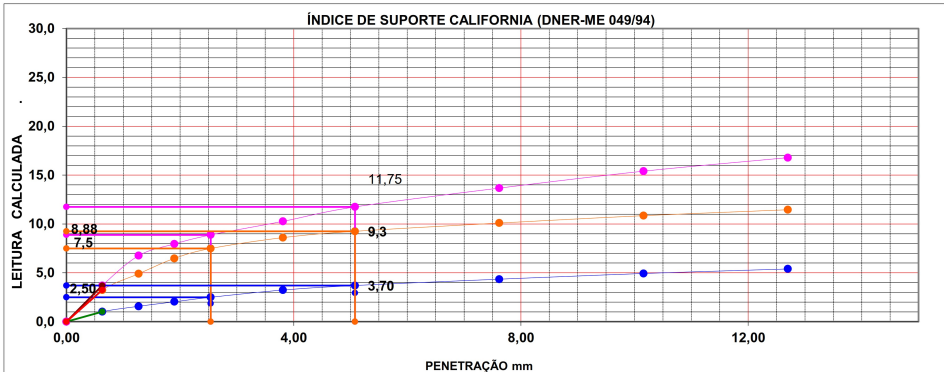


Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

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


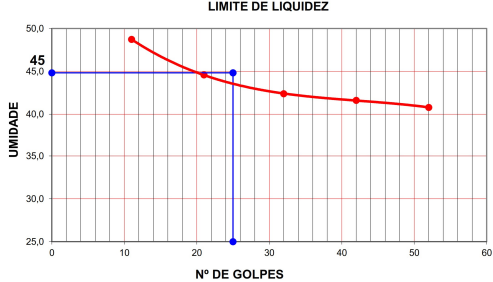




# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

 <b>Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí</b> <span style="float: right;">PG. 05/5</span>												
ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO												
ESTACA DE COLETA: 0					OPERADOR: Equipe							
PANO DE COLETA: Sondagem					EQUIPE:							
MATERIAL: Argila Vermelha					DATA: 20/8/19							
ESTUDO: Caracterização					REGISTRO: 1							
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 051/94, DNER-ME 080/94)												
PREPARAÇÃO DO MATERIAL					PENEIRAMENTO GROSSO							
UMIDADE HIGROSCÓPICA					PENEIRA							
Recipiente nº	27		21			Peso amostra seca			% que passa da amostra total			
						Retido Individual	Retido Acumulado	Passante Acumulado				
Solo úmido + tara	116,88	g	116,75	g	3"							
Solo seco + tara	109,06	g	109,00	g	2"							
Tara	27,06	g	27,13	g	1 1/2"							
Água	7,82	g	7,75	g	1"							
Solo seco	82,00	g	81,87	g	3/4"							
Teor de umidade	9,54%	%	9,47%	%	3/8"			1.826,5	100,00%			
MÉDIA h =	9,50%		FAT. CORREÇÃO		Nº 4		2,8	1.823,7	99,85%			
AMOSTRA TOTAL SECA (g) =	1826,5		FC = $\frac{100}{100+h}$	0,9132	Nº 10		17,6	1.808,8	99,03%			
a) - Amostra total úmida (g)					PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA					200,0	gramas	
b) - Solo seco retido pela peneira (g)					PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA					182,6	gramas	
c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a - b)					PENEIRA Nº							
d) - Solo seco passando pela peneira 10 = C x FC					Peso amostra seca							
e) - Amostra total seca = b + d					RETIDO ACUMULADO					PASSADO	% que passa da amostra parcial	% que passa da amostra total
RESUMO DA GRANULOMETRIA	Pedregulho		0,15%	%	10							
	Areia grossa		0,81%	%								
	Areia média		12,63%	%	40	23,3	159,3	87,24%	86,40%			
	Areia fina		15,48%	%								
	Silte + argila		70,93%	%	200	51,8	130,8	71,62%	70,93%			
ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/94)												
AMOSTRA (g)	LIMITE DE LIQUEDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE						
Cápsula nº	15	22	12	28	35	30	21	1	5	31		
Cápsula + solo úmido (g)	19,62	20,74	23,81	22,23	20,03	11,90	13,35	15,33	15,33	14,52		
Cápsula + solo seco (g)	17,45	18,41	21,50	19,27	17,15	11,66	13,10	15,11	15,12	14,06		
Peso da cápsula (g)	12,13	12,81	16,05	12,63	11,24	10,73	12,14	14,27	14,32	12,3		
Peso da água (g)	2,17	2,33	2,31	2,96	2,88	0,24	0,25	0,22	0,21	0,46		
Peso do solo seco (g)	5,32	5,60	5,45	6,64	5,91	0,93	0,96	0,84	0,80	1,76		
% de água	40,79%	41,61%	42,39%	44,58%	48,73%	25,8%	26,0%	26,2%	26,3%	26,1%		
Golpes	52	42	32	21	11							
						RESUMO DOS ENSAIOS						
						LIMITE DE LIQUEDEZ %					44,52%	
						LIMITE DE PLASTICIDADE %					26,08%	
						ÍNDICE DE PLASTICIDADE %					18,43%	
						ÍNDICE DE GRUPO					14	
						CLASSIFICAÇÃO HRB					A-7-6	
						CLASSIFICAÇÃO USC						
						Cálculo do LL Pela Tabela Logarítmica						
						Nº Golpes	% Água	K	Resultado	LL		
						52	40,79%	1,1062	45,1%	44,52%		
						42	41,61%	1,0730	44,6%			
						32	42,39%	1,0331	43,8%			
						21	44,58%	0,9775	43,6%			
						11	48,73%	0,9037	44,04%			
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 30 de 47






# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

		<b>Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí</b>			
PG. 01/5					
<b>DATA:</b> 26/06/19		<b>CAMADA:</b>		<b>Local:</b> 2º Horizonte	<b>REG.:</b> 002
<b>KM:</b>		<b>LOCAL DE COLETA:</b> Sondagem		<b>PROF.:</b>	
<b>CARACTERISTICA DO MATERIAL:</b>		<b>Argila Arenosa Variegada</b>			
<b>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)</b>					
<b>PESO TOTAL DA AMOSTRA:</b>		<b>6000</b>			
<b>PENEIRAS</b>	<b>(mm)</b>	<b>Material Retido Individual (g)</b>	<b>Material Retido Peso Acumulado (g)</b>	<b>Material Passante Peso Acumulado (g)</b>	<b>% Passante da Amostra Total</b>
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%
<b>CALCULO DA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA PARA OS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E CBR, EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA GRANULOMETRIA:</b>					
<b>PENEIRAS</b>	<b>(mm)</b>	<b>Material Retido Individual (g)</b>	<b>Material Retido Peso Acumulado (g)</b>	<b>% Retidas</b>	
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				
<b>TOTAL RETIDO # 4 (g)</b>					
<b>TOTAL PASSANTE # 4 (g)</b>			6000	100,00%	
<b>PESO TOTAL DA AMOSTRA (g)</b>			6000	100,00%	
<b>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:</b>					
<b>MATERIAL PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 TEMOS</b>					
<b>MATERIAL PASSANTE NA # 4 TEMOS</b>				<b>6000,0 (g)</b>	
_____ 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.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacaré, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.				
<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b>  Memória de Cálculo de Pavimentação			
<b>Elaborado por:</b>  Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b>  André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b>  30/10/2019	<b>Revisão</b>  02	<b>Página</b>  31 de 47





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -



Cliente: 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	
MATERIAL: Argila Arenosa Variegada	Nº DE GOLPES POR CAMADA: 12	REGISTRO:	002	
AMOSTRA: CBR	Nº ANEL	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

#### 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 (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 Nº		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.	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.	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			95	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	X	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.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Itapicuru, 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

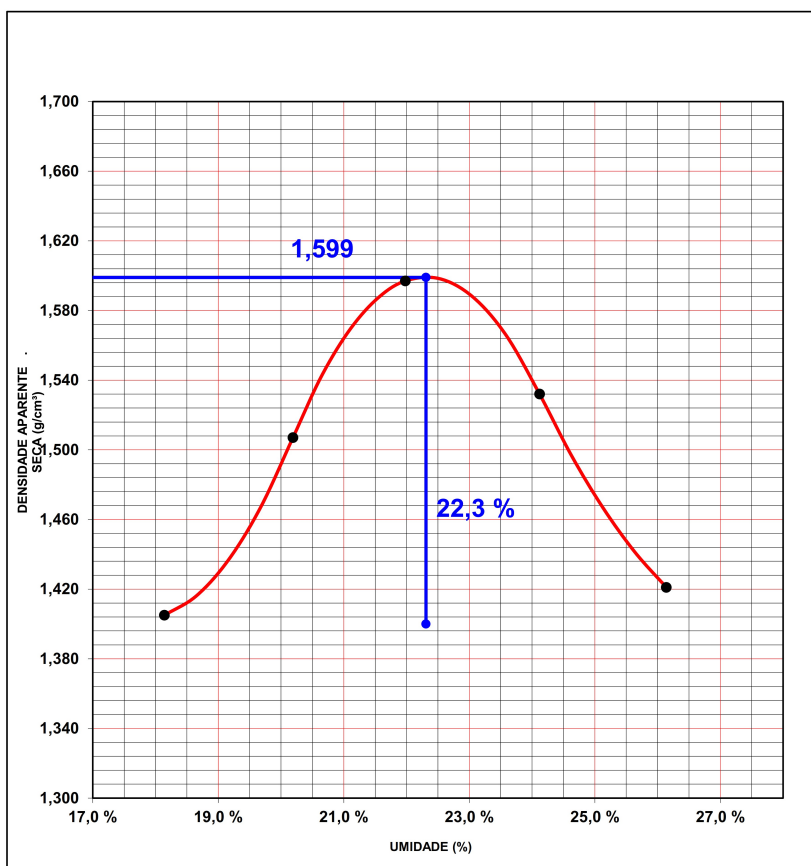
PG. 03/5

estaca

DATA: 26/6/19

REG. 002

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



<hr/>	<hr/>
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 -

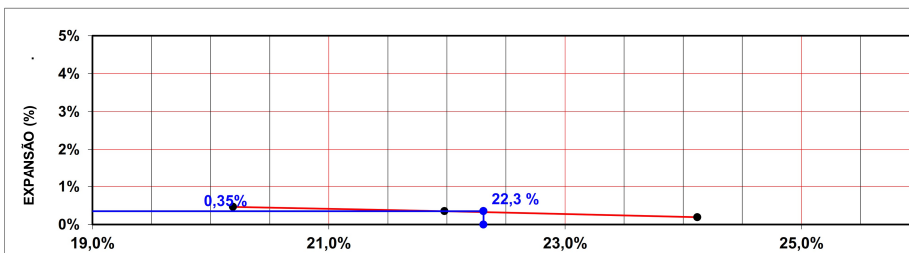
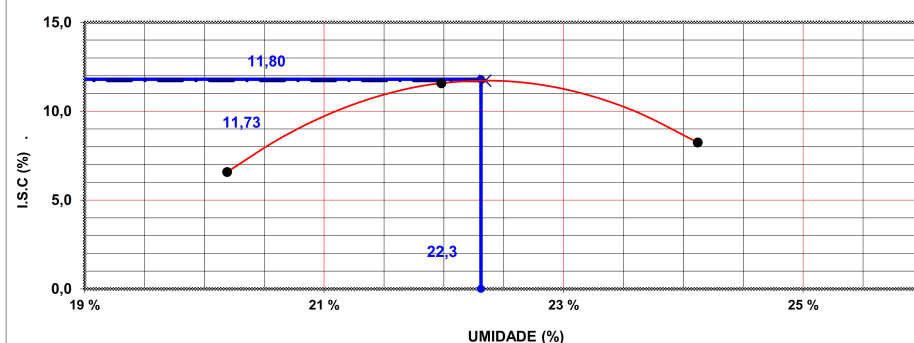
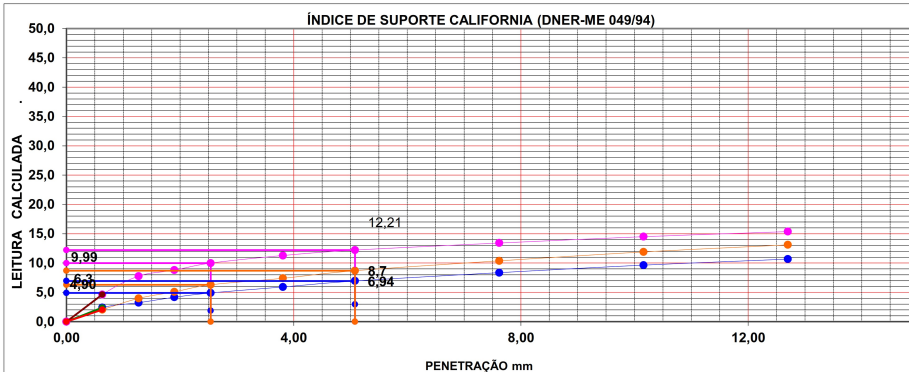


Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

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


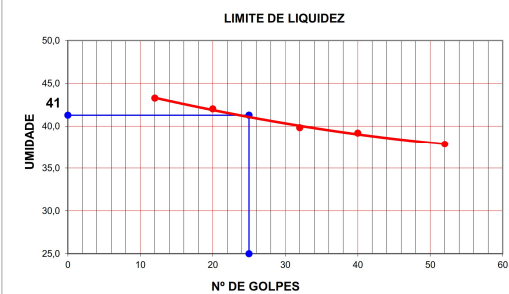




# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

		Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí		PG. 05/5						
<b>ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO</b>										
ESTACA DE COLETA: 0		OPERADOR: Equipe								
PANO DE COLETA: Sondagem		EQUIPE:								
MATERIAL: Argila Arenosa Variegada		DATA: 26/6/19								
ESTUDO: Caracterização		REGISTRO: 2								
<b>ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO (DNER-ME 051/94, DNER-ME 080/94)</b>										
PREPARAÇÃO DO MATERIAL			PENEIRAMENTO GROSSO							
UMIDADE HIGROSCÓPICA			PENEIRA							
Recipiente nº	40	36	Peso amostra seca		% que passa da amostra total					
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"					
MÉDIA h =	14,68%	FAT. CORREÇÃO	Nº 4	3,6	1.744,0					
AMOSTRA TOTAL SECA (g) =	1744,0	FC = $\frac{100}{100+h}$	0,8720	Nº 10	35,5					
a) - Amostra total úmida (g)			2000,0							
b) - Solo seco retido pela peneira (g)			35,5							
c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a - b)			1964,5							
d) - Solo seco passando pela peneira 10 = C x FC			1713,0							
e) - Amostra total seca = b + d			1748,5							
RESUMO DA GRANULOMETRIA			PENEIRA Nº							
Pedregulho			0,20%							
Areia grossa			1,83%							
Areia média			23,84%							
Areia fina			32,08%							
Silte + argila			42,04%							
PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA			201,9							
PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA			176,1							
Peso amostra seca			RETIDO ACUMULADO							
Peso amostra seca			PASSADO							
% que passa da amostra parcial			% que passa da amostra total							
42,9			133,2							
75,66%			74,12%							
100,5			75,5							
42,91%			42,04%							
<b>ENSAIOS FÍSICOS (DNER-ME 122/94, DNER-ME 82/94)</b>										
AMOSTRA (g)	LIMITE DE LIQUEDEZ					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					
						<b>RESUMO DOS ENSAIOS</b>				
						LIMITE DE LIQUEDEZ %				
						41,50%				
						LIMITE DE PLASTICIDADE %				
						25,10%				
						ÍNDICE DE PLASTICIDADE %				
						16,39%				
						ÍNDICE DE GRUPO				
						6				
						CLASSIFICAÇÃO HRB				
						A-7-6				
						CLASSIFICAÇÃO USC				
						Cálculo do LL Pela Tabela Logarítmica				
						Nº Golpes	% Água	K	Resultado	LL
						52	37,84%	1,1062	41,9%	41,50%
						40	39,18%	0,9346	36,6%	
						32	39,82%	1,0331	41,1%	
						20	42,01%	0,9718	40,8%	
						12	43,27%	0,9131	39,51%	
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.

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.

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






# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

		<b>Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí</b>			
PG. 01/5					
<b>DATA:</b> 20/08/19		<b>CAMADA:</b>		<b>Local:</b> 3º Horizonte	<b>REG.:</b> 003
<b>KM:</b>		<b>LOCAL DE COLETA:</b> Sondagem		<b>PROF.:</b>	
<b>CARACTERISTICA DO MATERIAL:</b>		<b>Areia Siltosa Rosa</b>			
<b>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)</b>					
<b>PESO TOTAL DA AMOSTRA:</b>		<b>6000</b>			
<b>PENEIRAS</b>	<b>(mm)</b>	<b>Material Retido Individual (g)</b>	<b>Material Retido Peso Acumulado (g)</b>	<b>Material Passante Peso Acumulado (g)</b>	<b>% Passante da Amostra Total</b>
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%
<b>CALCULO DA DOSAGEM DE CADA AMOSTRA PARA OS ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E CBR, EM FUNÇÃO DOS RESULTADOS DA GRANULOMETRIA:</b>					
<b>PENEIRAS</b>	<b>(mm)</b>	<b>Material Retido Individual (g)</b>	<b>Material Retido Peso Acumulado (g)</b>	<b>% Retidas</b>	
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				
<b>TOTAL RETIDO # 4 (g)</b>					
<b>TOTAL PASSANTE # 4 (g)</b>			6000	100,00%	
<b>PESO TOTAL DA AMOSTRA (g)</b>			6000	100,00%	
<b>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:</b>					
<b>MATERIAL PASSANTE NA # 3/4" E RETIDO NA # 4 TEMOS</b>					
<b>MATERIAL PASSANTE NA # 4 TEMOS</b>					<b>6000,0 (g)</b>
_____ 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.

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





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -



Cliente: 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.: 3º Horizonte	OPERADOR:	Equipe
PANO DE COLETA: Sondagem	PROFUNDIDADE:	DATA:	20/8/19	
MATERIAL: Areia Silteosa Rosa	Nº DE GOLPES POR CAMADA: 12	REGISTRO:	003	
AMOSTRA: CBR	Nº ANEL	CONSTANTE DO ANEL:	0,09250	

#### COMPACTAÇÃO

N.º Cilindro	9	12	45	5	8		Cápsula N.º	7	13	27	30	40	
Peso do molde (g)	5.363	5.224	4.164	4.975	5.356		Peso do Material Úmido + Cápsula (g)	113,02	135,70	132,30	122,80	113,60	
Volume do molde (cm³)	2.101	2.078	2.045	2.105	2.078		Peso do Material Seco + Cápsula (g)	107,58	127,04	122,10	112,23	102,71	
Molde + solo úmido	9.200	9.325	8.530	9.420	9.650		Peso da Cápsula (g)	27,43	28,05	27,06	27,47	27,8	
Solo úmido	3837	4101	4.366	4.445	4.294		Peso da Água (g)	5,44	8,66	10,20	10,57	10,89	
Massa específica aparente úmida (g/cm³)	1,827	1,974	2,135	2,112	2,067		Peso do Material Seco (g)	80,15	98,99	95,04	84,76	74,91	
Massa específica aparente seca (g/cm³)	1,711	1,815	1,928	1,878	1,805		Teor de Umidade (%)	6,8 %	8,8 %	10,7 %	12,5 %	14,5 %	

#### UMIDADE HIGROSCÓPICA

#### UMIDADE DE MOLDAGEM

#### ÁGUA A ADICIONAR

Cápsula N.º	39			Cápsula N.º				UMIDADE HIGROSCÓPICA H	26,50%
Peso do Material Úmido + Cápsula (g)	118,50			Peso do Material Úmido + Cápsula (g)				FATOR DE CORREÇÃO FC = $\frac{100}{100-H}$	0,790514
Peso do Material Seco + Cápsula (g)	99,50			Peso do Material Seco + Cápsula (g)				PESO DO SOLO NA UMID. HIGROSCÓPICA (Pt)	6000
Peso da Cápsula (g)	27,8			Peso da Cápsula (g)				PESO DO SOLO SECO Ps = Pt x FC	4743
Peso da Água (g)	19,00			Peso da Água (g)				UMIDADE ÓTIMA DO PROCTOR (Uo)	11,0%
Peso do Material Seco (g)	71,70			Peso do Material Seco (g)				UMIDADE A ACRESCENTAR Ua = Uo - H	-15,5
Teor de Umidade (%)	26,50 %			Teor de Umidade (%)				ÁGUA A ACRESCENTAR = Ps x Ua (g)	-736,26
Umidade Média (%)	26,50 %			Umidade Média (%)					

#### EXPANSÃO

CILINDRO N.º		12			45			5					
ALTURA INICIAL mm		114,5 mm			114,5 mm			114,5 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				0,65	0,57%	0,08	0,35	0,31%	0,04	0,19	0,17%	0,02

#### PENETRAÇÃO

PENETRAÇÃO				12				45				5			
				Cilindro				Cilindro				Cilindro			
				L. MICR.	CAL.	CORRIG.	I.S.C.	L. MICR.	CAL.	CORRIG.	I.S.C.	L. MICR.	CAL.	CORRIG.	I.S.C.
mm	POL.	MINUTOS	PRESSÃO PADRÃO Kg/cm²												
0,63	0,025	0,5		23	2,1			18	1,7			5	0,5		
1,27	0,050	1,0		36	3,3			35	3,2			9	0,8		
1,90	0,075	1,5		47	4,3			52	4,8			12	1,1		
2,54	0,100	2,0	70,31	58	5,4	5,4	7,63	73	6,8	6,8	9,60	17	1,6	1,6	2,24
3,81	0,150	3,0		70	6,5			114	10,5			25	2,3		
5,08	0,200	4,0	105,46	80	7,4	7,4	7,02	150	13,9	13,9	13,16	40	3,7	3,7	3,51
7,62	0,300	6,0	132,00	94	8,7			197	18,2			60	5,5		
10,16	0,400	8,0	181,00	107	9,9			239	22,1			77	7,1		
12,70	0,500	10,0	182,00	117	10,8			273	25,2			91	8,4		

Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	1,929	Teor de Umidade (%)	11,0%	Umidade Hot do > I.S.C = 10,4
Índice de Suporte Califórnia (%)	12,5 %	Expansão (%)		Maior I.S.C = 13,4
Esforço de compactação	Normal	X	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.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Itapicuru, 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 37 de 47





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -



Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

PG. 03/5

estaca

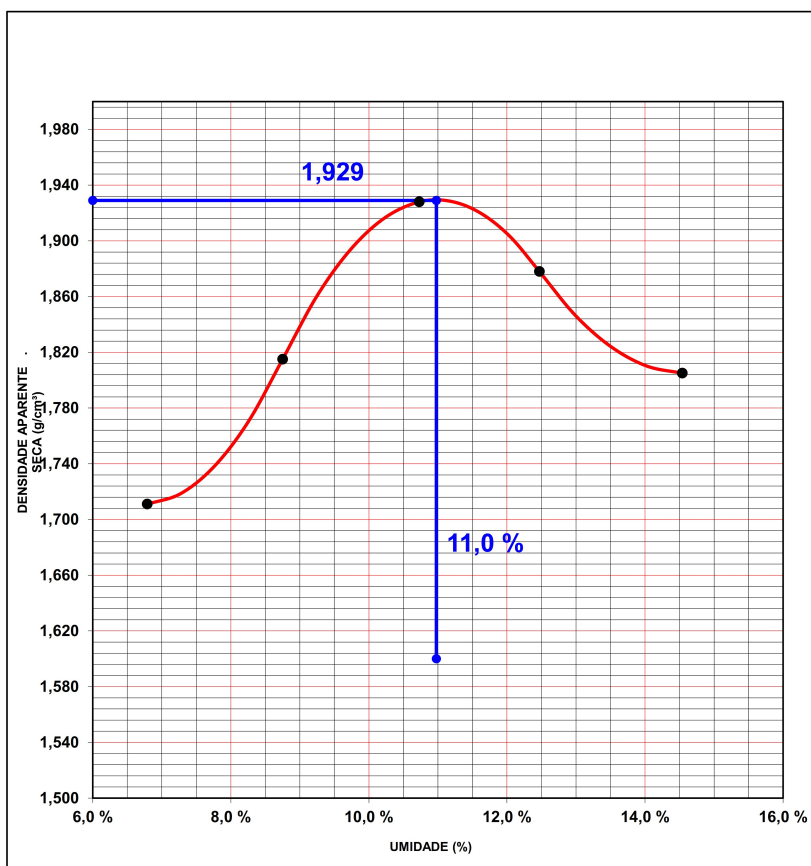
DATA:

20/8/19

REG.

003

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



<hr/>	<hr/>
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

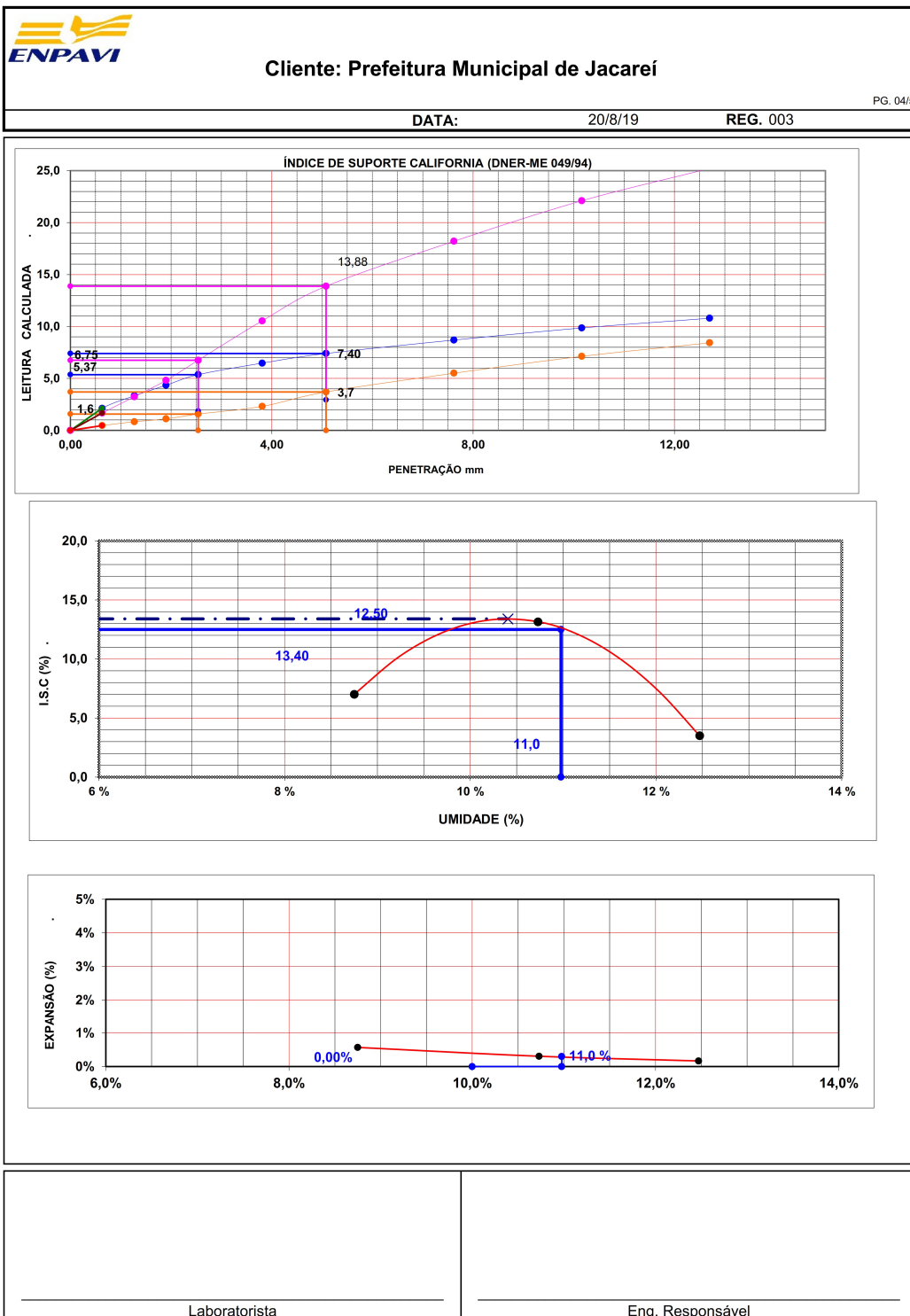




# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

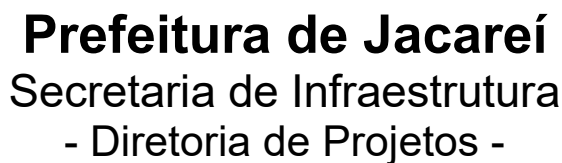
### - Diretoria de Projetos -



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.

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

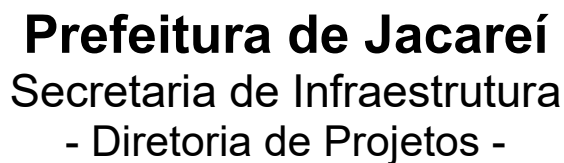




Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Jacareí, e sua reprodução parcial ou total é permitida desde que o texto original seja mantido.

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





<p>_____</p> <p>Laboratorista</p>		<p>_____</p> <p>Eng. Responsável</p>	
-----------------------------------	--	--------------------------------------	--

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. 025

#### ENSAIO DE COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (DNER-ME 129/94, DNER-ME 049/94)

ESTACA DE COLETA:	FURO N.º:	HORIZ.: 1º Horizonte	OPERADOR:	Equipe
PANO DE COLETA: Sondagem	PROFUNDIDADE:	DATA:	20/8/19	
MATERIAL: Silte Rosa	Nº DE GOLPES POR CAMADA: 12	REGISTRO:	004	
AMOSTRA: CBR	Nº ANEL	CONSTANTE DO ANEL:	0,09250	

#### COMPACTAÇÃO

N.º Cilindro	9	72	78	70	8		Cápsula N.º	7	34	5	21	40	
Peso do molde (g)	5.363	5.295	5.020	5.585	5.356		Peso do Material Úmido + Cápsula (g)	115,92	145,19	134,60	129,20	117,40	
Volume do molde (cm³)	2.101	2.102	2.041	2.068	2.078		Peso do Material Seco + Cápsula (g)	107,58	132,00	120,71	114,35	102,97	
Molde + solo úmido	9.200	9.440	9.275	9.765	9.420		Peso da Cápsula (g)	27,43	26,69	26,52	27,13	27,8	
Solo úmido	3837	4145	4.255	4.180	4.064		Peso da Água (g)	8,34	13,19	13,89	14,85	14,43	
Massa específica aparente úmida (g/cm³)	1,827	1,972	2,085	2,021	1,956		Peso do Material Seco (g)	80,15	105,31	94,19	87,22	75,17	
Massa específica aparente seca (g/cm³)	1,655	1,753	1,817	1,727	1,641		Teor de Umidade (%)	10,4 %	12,5 %	14,8 %	17,0 %	19,2 %	

#### UMIDADE HIGROSCÓPICA

#### UMIDADE DE MOLDAGEM

#### ÁGUA A ADICIONAR

Cápsula N.º	32			Cápsula N.º				UMIDADE HIGROSCÓPICA H	12,13%
Peso do Material Úmido + Cápsula (g)	111,97			Peso do Material Úmido + Cápsula (g)				FATOR DE CORREÇÃO FC = $\frac{100}{100-H}$	0,891822
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	5351
Peso da Água (g)	9,32			Peso da Água (g)				UMIDADE ÓTIMA DO PROCTOR (Uo)	14,6%
Peso do Material Seco (g)	76,83			Peso do Material Seco (g)				UMIDADE A ACRESCENTAR Ua = Uo - H	2,5
Teor de Umidade (%)	12,13 %			Teor de Umidade (%)				ÁGUA A ACRESCENTAR = Ps x Ua (g)	131,33
Umidade Média (%)	12,13 %			Umidade Média (%)					

#### EXPANSÃO

CILINDRO N.º																
ALTURA INICIAL mm																
DATA	HORA	LEITURA	EXP %	DIF.	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				0,28	0,25%	0,03	0,20	0,18%	0,64	0,12	0,11%	0,01			

#### PENETRAÇÃO

PENETRAÇÃO				72				78				70			
mm	POL.	TEMPO MINUTOS	PRESSÃO PADRÃO 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		6	0,6			5	0,5			5	0,5		
1,27	0,050	1,0		10	0,9			7	0,6			7	0,6		
1,90	0,075	1,5		15	1,4			11	1,0			10	0,9		
2,54	0,100	2,0	70,31	20	1,9	1,9	2,63	16	1,5	1,5	2,10	15	1,4	1,4	1,97
3,81	0,150	3,0		30	2,8			26	2,4			21	1,9		
5,08	0,200	4,0	105,46	37	3,4	3,4	3,25	38	3,5	3,5	3,33	30	2,8	2,8	2,63
7,62	0,300	6,0	132,00	47	4,3			54	5,0			42	3,9		
10,16	0,400	8,0	181,00	56	5,1			68	6,3			52	4,8		
12,70	0,500	10,0	182,00	63	5,8			79	7,3			61	5,6		

Massa específica aparente seca máxima (g/cm³)	1,817	Teor de Umidade (%)	14,6%	Umidade Hot do > I.S.C = 13,9
Índice de Suporte Califórnia (%)	3,4 %	Expansão (%)	0,20 %	Maior I.S.C = 3,4
Esforço de compactação	Normal	X	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.

Este documento é de propriedade da Prefeitura Municipal de Itapicuru, 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 42 de 47





# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -



Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí

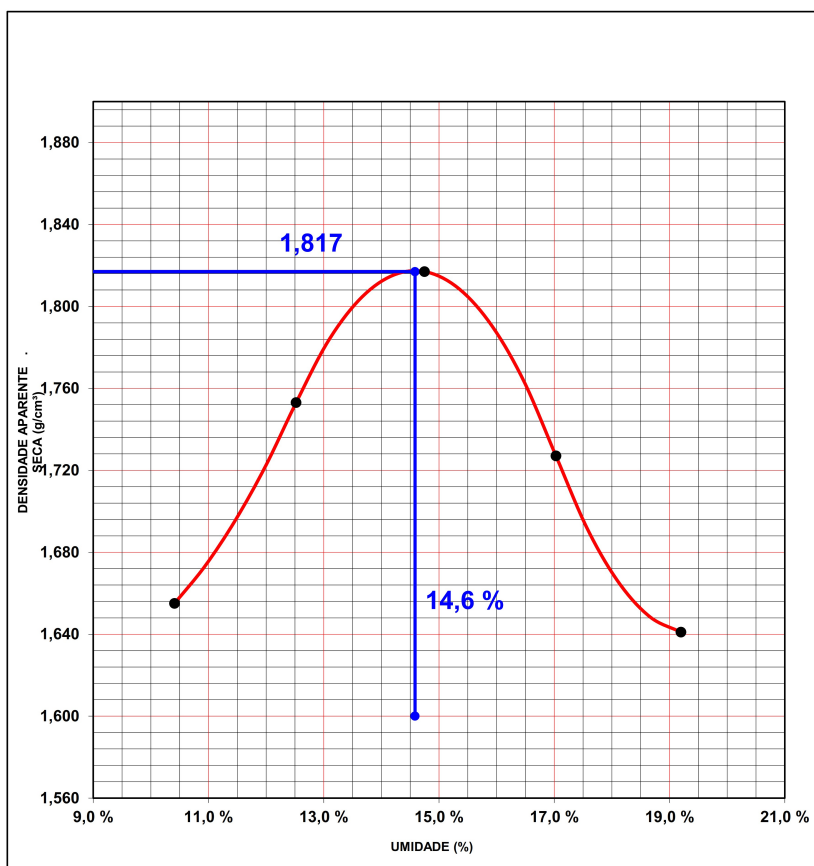
PG. 03/5

estaca

DATA: 20/8/19

REG. 004

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



<hr/>	<hr/>
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

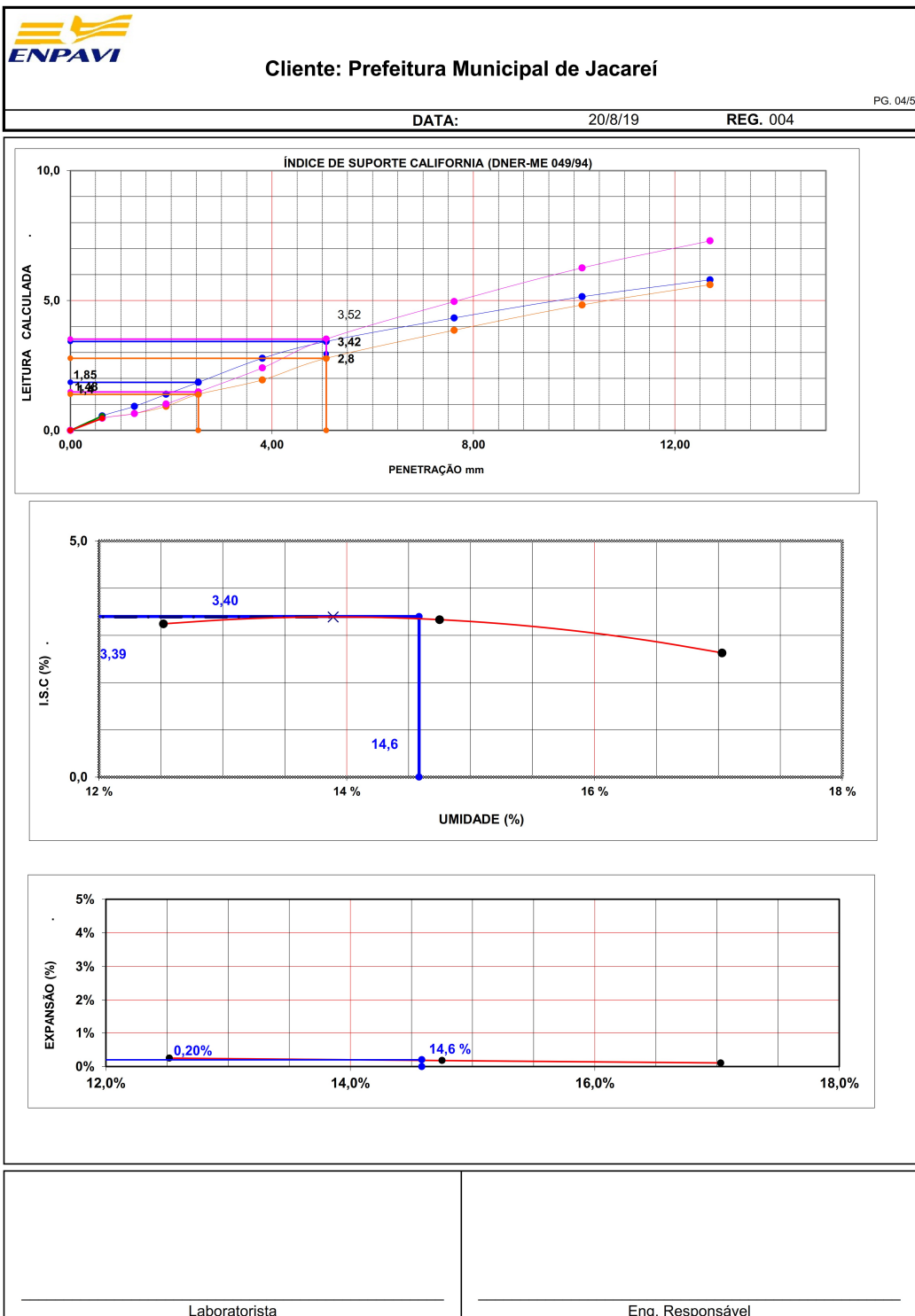




# Prefeitura de Jacareí

## 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.

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


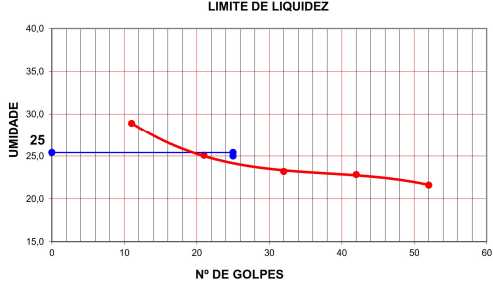




# Prefeitura de Jacareí

## Secretaria de Infraestrutura

### - Diretoria de Projetos -

 <b>Cliente: Prefeitura Municipal de Jacareí</b> <span style="float: right;">PG. 05/5</span>												
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	Retido Individual	Retido Acumulado	Passante Acumulado	% que passa da amostra total			
Solo úmido + tara	131,90	9	124,90	9	3"							
Solo seco + tara	119,70	9	115,50	9	2"							
Tara	25,91	9	27,72	9	1 1/2"							
Água	12,20	9	9,40	9	1"							
Solo seco	93,79	9	87,78	9	3/4"							
Teor de umidade	13,01%	%	10,71%	%	3/8"			1.788,0	100,00%			
MÉDIA h =	11,86%		FAT. CORREÇÃO		Nº 4		0,4	1.787,5	99,98%			
AMOSTRA TOTAL SECA (g) =	1788,0	FC = $\frac{100}{100+h}$	0,8940		Nº 10		4,1	1.783,8	99,77%			
a) - Amostra total úmida (g)					PESO DA AMOSTRA PARCIAL ÚMIDA					200,9	gramas	
b) - Solo seco retido pela peneira (g)					PESO DA AMOSTRA PARCIAL SECA					179,6	gramas	
c) - Solo úmido passando pela peneira 10 = (a - b)					PENEIRA Nº							
d) - Solo seco passando pela peneira 10 = C x FC					Peso amostra seca							
e) - Amostra total seca = b + d					RETIDO ACUMULADO					PASSADO	% que passa da amostra parcial	% que passa da amostra total
Pedregulho					0,02%	%	10					
Areia grossa					0,21%	%						
Areia média					11,89%	%	40	21,4	158,2	88,08%	87,88%	
Areia fina					51,94%	%						
Silte + argila					35,94%	%	200	114,9	64,7	36,03%	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							
						<b>RESUMO DOS ENSAIOS</b>						
						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
<b>(M-191/88) Mini-Proctor</b>						
$\gamma_s$ máx. (g/cm³)	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
<b>(M-192/89) Mini-CBR</b>						
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
<b>Classificação (Pastilha MCT)</b>						
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
<b>(M-191/88) Mini-Proctor</b>						
$\gamma_s$ máx. (g/cm³)	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
<b>(M-192/89) Mini-CBR</b>						
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
<b>Classificação (Pastilha MCT)</b>						
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.

<b>Código:</b> 001-PMJ-SIEM-01MC-00-P09-16171-000.00-000/001	<b>Denominação:</b> Memória de Cálculo de Pavimentação				
<b>Elaborado por:</b> Franklin Alcantara	<b>Aprovado por:</b> André dos Santos Pita	<b>Emissão:</b> 30/10/2019	<b>Revisão</b> 02	<b>Página</b> 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
<b>Classif. Tátil Visual</b>	Areia Siltosa Amarela	Areia Média Cinza Escura	Argila Arenosa Marrom Escura	Solo Argiloso Cinza	Argila Arenosa Amarela	Argila Arenosa Marrom Escura
<b>Profundidade (m)</b>	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
<b>(M-191/88) Mini-Proctor</b>						
$\gamma_s$ máx. (g/cm³)	1,7	1,79	1,63	1,48	1,72	1,64
<b>hótima (%)</b>	16,5	6,3	23,0	30,9	17,6	22,9
<b>(M-192/89) Mini-CBR</b>						
<b>Mini-Cbr hm (%)</b>	24,3	21,2	19,3	20,0	25,0	19,7
<b>Mini-Cbr is (%)</b>	13,7	9,4	6,9	7,8	14,7	9,9
<b>Ris (%)</b>	56,4	44,6	36,0	39,0	58,7	50,1
<b>Exp (%)</b>	0,75	0,16	2,62	1,85	0,15	2,69
<b>Classificação (Pastilha MCT)</b>						
<b>Classificação (Pastilha MCT)</b>	---	NA/LA	---	---	---	---

Furo/ Amostra nº	ST 18/ 02	ST 19/02	ST 19/ 06	ST 20/ 04	---	---
<b>Classif. Tátil Visual</b>	Areia Média Marrom	Argila Arenosa Marrom	Argila Arenosa Cinza Escura	Solo Argiloso Cinza	---	---
<b>Profundidade (m)</b>	1,00 à 1,40	0,63 à 1,00	1,67 à 2,52	1,03 à 1,48	---	---
<b>(M-191/88) Mini-Proctor</b>						
$\gamma_s$ máx. (g/cm³)	1,77	1,96	1,49	1,51	---	---
<b>hótima (%)</b>	7,9	13,6	26,8	31,1	---	---
<b>(M-192/89) Mini-CBR</b>						
<b>Mini-Cbr hm (%)</b>	18,7	21,5	23,0	19,8	---	---
<b>Mini-Cbr is (%)</b>	9,5	20,1	7,4	11,9	---	---
<b>Ris (%)</b>	51,2	93,5	32,0	60,3	---	---
<b>Exp (%)</b>	0,11	0,15	2,50	1,80	---	---
<b>Classificação (Pastilha MCT)</b>						
<b>Classificação (Pastilha MCT)</b>	---	---	---	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.

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