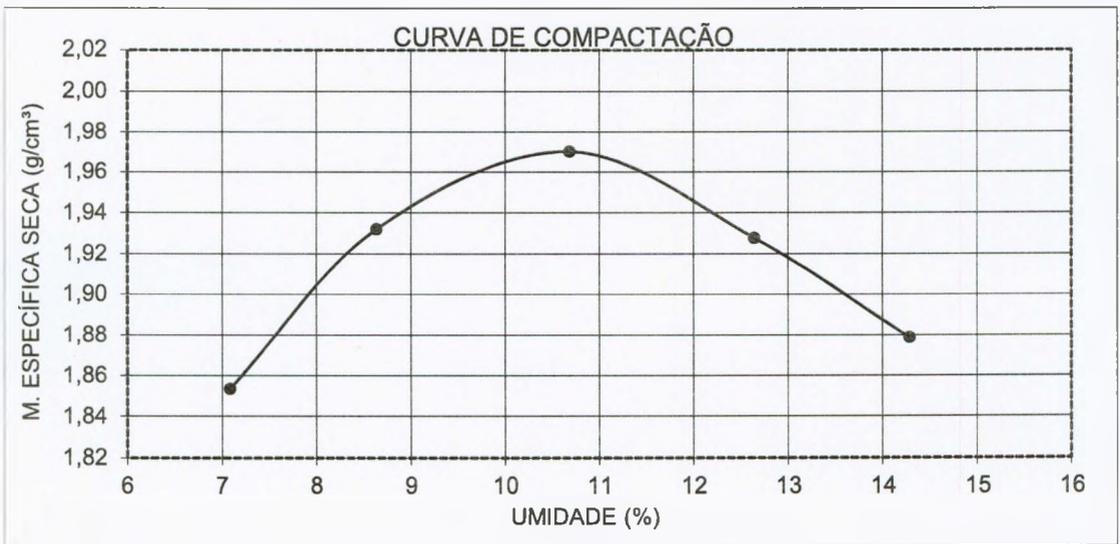




ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA 1  
 FURO:06  
 ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE

RESULTADOS:  
 MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,912 g/cm<sup>3</sup>  
 UMIDADE ÓTIMA: 10,668 %

CILINDRO Nº	8	VOLUME	2275	PESO	4115	
Nº DE GOLPES	12	P. DA AMOSTRA	6000			
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8630	8890	9076	9055	9000	
PESO DA AMOSTRA (g)	4515	4775	4961	4940	4885	
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,985	2,099	2,181	2,171	2,147	
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5	
P. BRUTO ÚMIDO (g)	66,13	73,00	76,57	85,00	92,77	
P. BRUTO SECO (g)	62,00	68,00	70,52	78,00	82,71	
P. DA CÁPSULA (g)	13,50	14,00	13,2	14,00	13,74	
ÁGUA (g)	3,50	4,62	6,09	8,03	10,00	
SOLO (g)	49,40	53,5	57	63,5	70,00	
UMIDADE ( % )	7,09	8,64	10,68	12,65	14,29	
MASSA ESPECÍFICA SECA (g)	1,853	1,932	1,970	1,928	1,879	



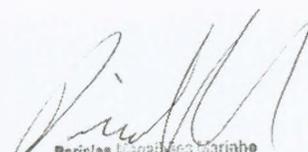
Pericles Magalhães Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PA

## QUADRO RESUMO - JAZIDA 2

ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE  
BOA VIAGEM - CEARÁ

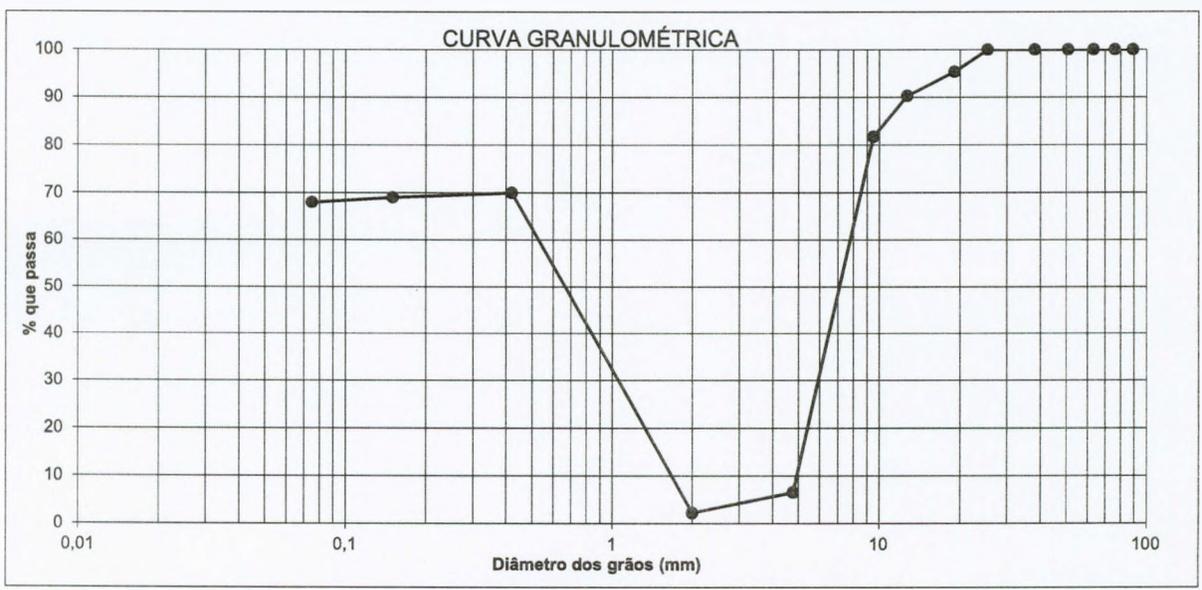


FURO		2	4	6
PROF. (m):		0,80	1,00	0,90
%	1"	0	0	0
	3/4"	95	99	96
	1/2"	90	91	89
	3/8"	82	83	83
P A	Nº 4	20	27	11
	Nº 10	16	23	8
S S	Nº 40	74	80	82
	Nº 200	72	78	80
LL		23	23	23
LP		16	16	16
IP		7	7	7
g (g/cm <sup>2</sup> )		1,923	1,895	1,912
h ótma (%)		10,53	10,88	10,69
U.S.C		GC	GC	GC

  
 Pericles Magalhães Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D/PEPIL



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO JAZIDA 2							
ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE					FURO: 02 PROF.(m):0,60		
UMIDADE							
CÁPSULA Nº	1		AMOSTRA TOTAL				
P.b.h.	57,92		P. ÚMIDO	1000,00			
p.b.s.	56,82		P. RETIDO NA # Nº 10	642,00			
Tara	13,62		P.h. PASSA # Nº10	358,00			
ÁGUA	1,10		P.s. PASSA # Nº10	333,61			
SOLO SECO	43,20		P. AMOSTRA SECA	975,61			
UMIDADE %	7,31						
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM. TOTAL	OBSERVAÇÕES	
	POLEGADAS	mm					
N	3 1/2"	88,9	0,00	975,61	100		Pedregulho 60% e 15% de finos
	3"	76,2	0,00	975,61	100		
G	2 1/2"	63,3	0,00	975,61	100		
R	2"	50,8	0,00	975,61	100		
O	1 1/2"	38,1	0,00	975,61	100		
S	1"	25,4	0,00	975,61	100		
S	3/4"	19,1	47,00	928,61	95		
O	1/2"	12,7	48,00	880,61	90		
	3/8"	9,5	84,00	796,61	82		
	Nº 4	4,78	600,00	196,61	20		
	Nº 10	2	42,00	154,61	16		
F	Nº 40	0,42	20,00	73,19	74	COMP. GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 60 AREIA GROSSA: 4 AREIA MÉDIA: 20 AREIA FINA: 1 SILTE+ARGILA: 15	
I	Nº 100	0,15	1,00	72,19	73		
N O	Nº 200	0,075	0,00	72,19	72		



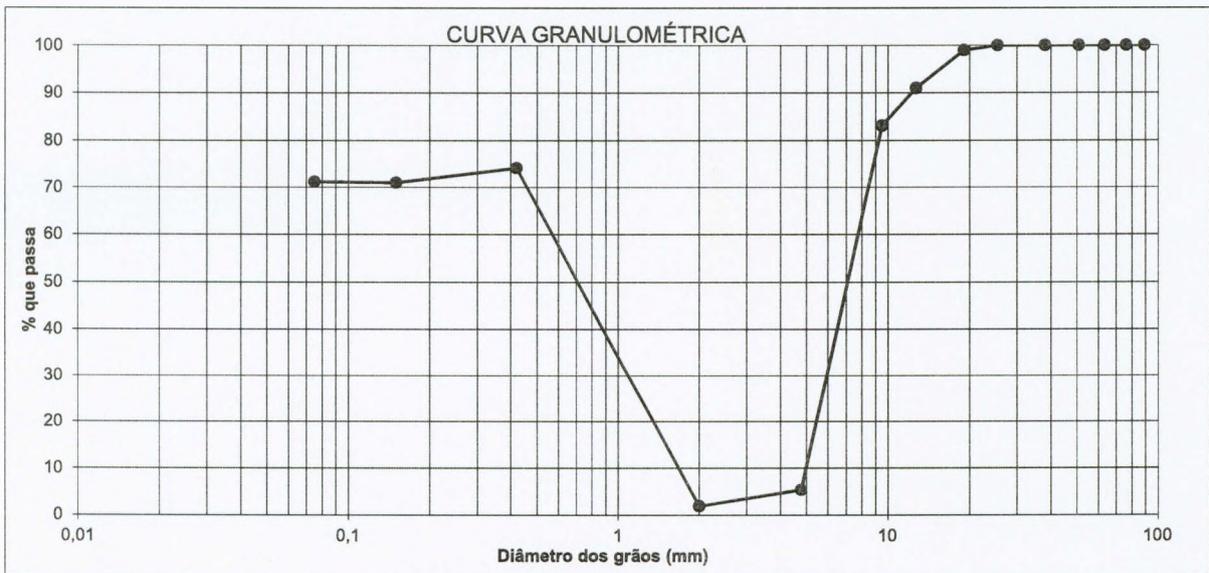
Pericles Rogaltes Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-0/PE/PA



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA 2	
ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE	FURO: 04 PROF.(m): 0,80

UMIDADE		AMOSTRA TOTAL		
CÁPSULA Nº	1	TOTAL	PARCIAL	
P.b.h.	59,16	P. ÚMIDO	1000,00	
p.b.s.	58,11	P. RETIDO NA # Nº 10	584,00	
Tara	13,68	P.h. PASSA # Nº10	416,00	100,00
ÁGUA	1,05	P.s. PASSA # Nº10	393,71	94,64
SOLO SECO	44,43	P. AMOSTRA SECA	977,71	94,64
UMIDADE %	5,66			

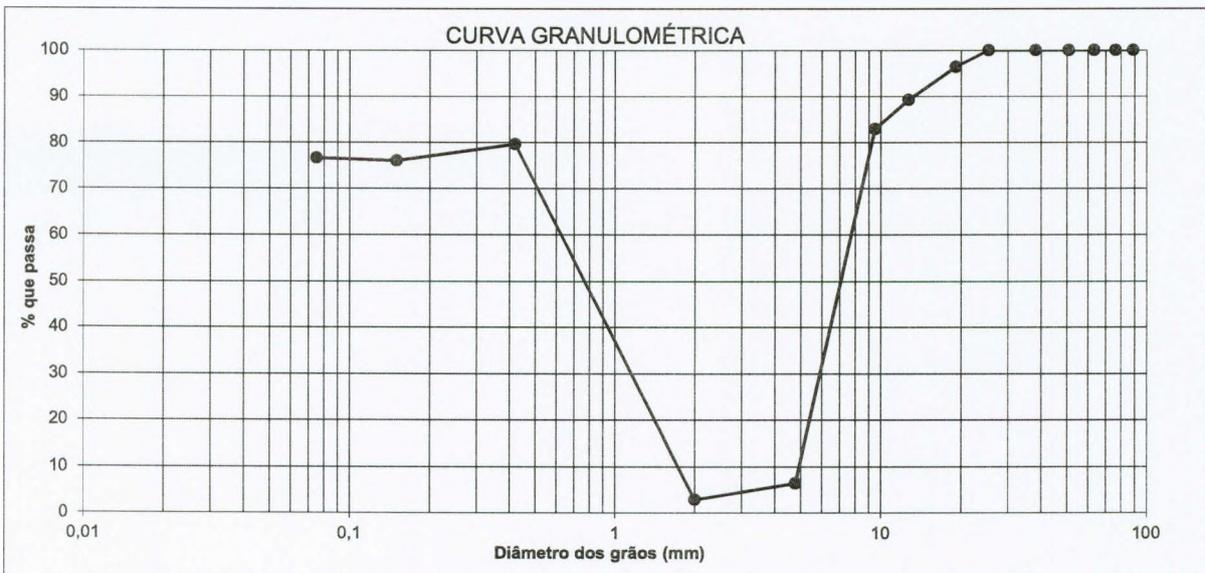
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM. TOTAL	OBSERVAÇÕES
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	977,71	100	Pedregulho 55% e 25% de finos
	3"	76,2	0,00	977,71	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	977,71	100	
R	2"	50,8	0,00	977,71	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	977,71	100	
S	1"	25,4	0,00	977,71	100	
S	3/4"	19,1	9,00	968,71	99	
O	1/2"	12,7	79,00	889,71	91	
	3/8"	9,5	76,00	813,71	83	
	Nº 4	4,78	550,00	263,71	27	
	Nº 10	2	34,00	229,71	23	
F	Nº 40	0,42	15,00	79,64	80	COMP. GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 55 AREIA GROSSA: 3 AREIA MÉDIA: 15 AREIA FINA: 2 SILTE+ARGILA: 25
I	Nº 100	0,15	2,00	77,64	77	
N O	Nº 200	0,075	0,00	77,64	78	

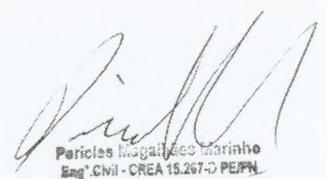


Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



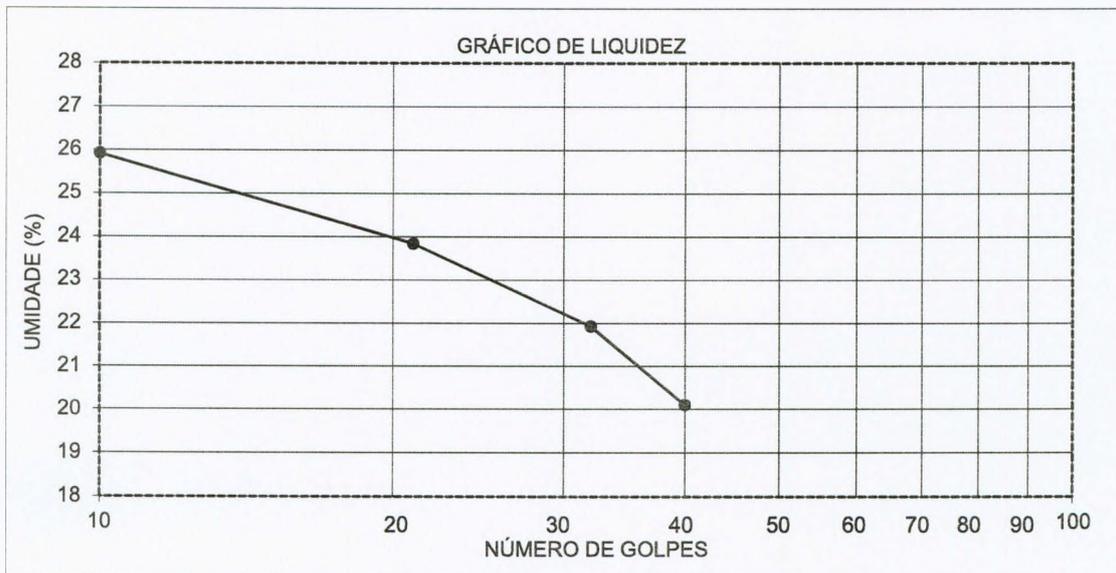
ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO - JAZIDA 2						
ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE					FURO: 06 PROF.(m):0,90	
UMIDADE						
CÁPSULA Nº	1		AMOSTRA TOTAL		TOTAL	PARCIAL
P.b.h.	63,19		P. ÚMIDO		1000,00	
p.b.s.	62,01		P. RETIDO NA # Nº 10		734,00	
Tara	13,67		P.h. PASSA # Nº10		266,00	
ÁGUA	1,18		P.s. PASSA # Nº10		243,42	
SOLO SECO	48,34		P. AMOSTRA SECA		977,42	
UMIDADE %	9,28				91,51	
					91,51	
P E N E I R A S	PENEIRAS		P.RETIDO PARCIAL (g)	PESO PASSA (g)	% PASSA AM. TOTAL	OBSERVAÇÕES
	POLEGADAS	mm				
N	3 1/2"	88,9	0,00	977,42	100	Pedregulho 70% e 15% de finos
	3"	76,2	0,00	977,42	100	
G	2 1/2"	63,3	0,00	977,42	100	
R	2"	50,8	0,00	977,42	100	
O	1 1/2"	38,1	0,00	977,42	100	
S	1"	25,4	0,00	977,42	100	
S	3/4"	19,1	36,00	941,42	96	
O	1/2"	12,7	69,00	872,42	89	
	3/8"	9,5	63,00	809,42	83	
	Nº 4	4,78	699,00	110,42	11	
	Nº 10	2	35,00	75,42	8	
F	Nº 40	0,42	10,00	81,51	82	COMP. GRANULOMÉTRICA (%) PEDREGULHO: 70 AREIA GROSSA: 4 AREIA MÉDIA: 10 AREIA FINA: 2 SILTE+ARGILA: 15
I	Nº 100	0,15	2,00	79,51	79	
N O	Nº 200	0,075	0,00	79,51	80	



  
 Pericles Bogalhos Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D/PERN



ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA - JAZIDA 2									FURO: 2
ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE									
LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE				
Nº DE GOLPES	10	21	32	40	xxx	xxx	xxx	xxx	
Nº CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8	
SOLO+TARA+ÁGUA	18,90	16,66	16,79	18,50	8,56	8,04	8,73	8,22	
SOLO+TARA	16,35	14,63	14,90	16,47	8,26	7,8	8,43	7,92	
TARA	6,54	6,18	6,59	6,45	6,34	6,13	6,5	6,21	
ÁGUA	2,55	2,03	1,89	2,03	0,3	0,24	0,3	0,3	
SOLO	9,81	8,45	8,31	10,02	1,92	1,67	1,93	1,71	
UMIDADE	25,99	24,02	22,74	20,26	15,63	14,37	15,54	17,54	
LIMITE DE LIQUIDEZ (LL):					23 %				
LIMITE DE PLASTICIDADE (LP):					16 %				
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (IP):					7 %				



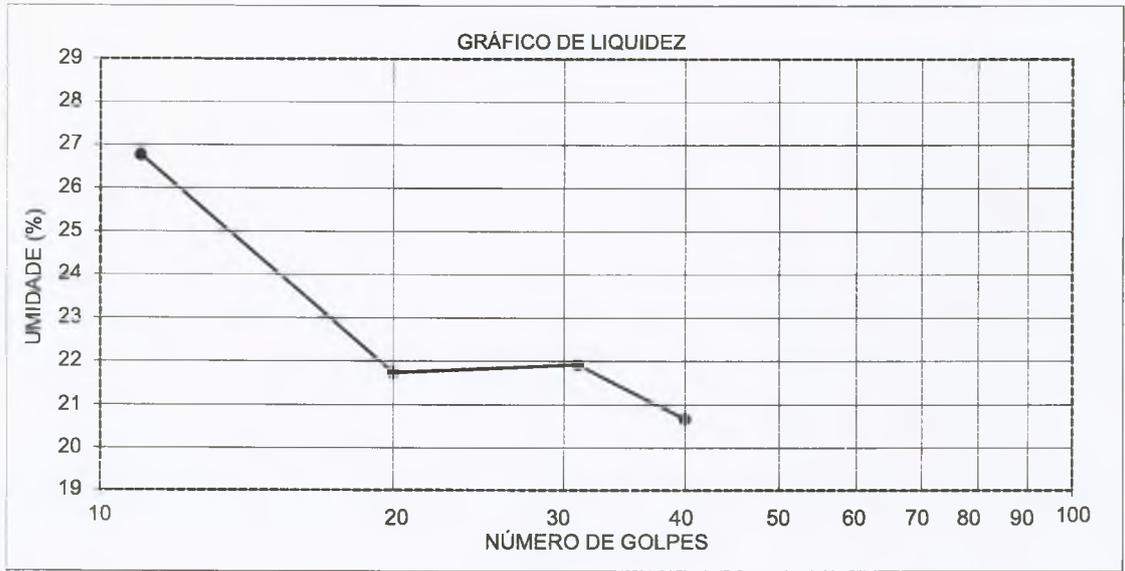
Pericles Magalhães Maranhão  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTÊNCIA - JAZIDA 2								
ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE								
FURO: 4								
LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE			
Nº DE GOLPES	11	20	31	40	xxx	xxx	xxx	xxx
Nº CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+ÁGUA	18,89	18,25	18,67	19,92	8,90	8,41	8,82	9,00
SOLO+TARA	16,29	16,21	16,42	17,69	8,53	8,15	8,47	8,68
TARA	6,65	7,01	6,23	7,02	6,3	6,45	6,13	6,77
ÁGUA	2,60	2,04	2,25	2,23	0,37	0,26	0,35	0,32
SOLO	9,64	9,20	10,19	10,67	2,23	1,70	2,34	1,91
UMIDADE	26,97	22,17	22,08	20,90	16,59	15,29	14,96	16,75

LIMITE DE LIQUIDEZ	(LL):	23 %
LIMITE DE PLASTICIDADE	(LP):	16 %
ÍNDICE DE PLASTICIDADE	(IP):	7 %



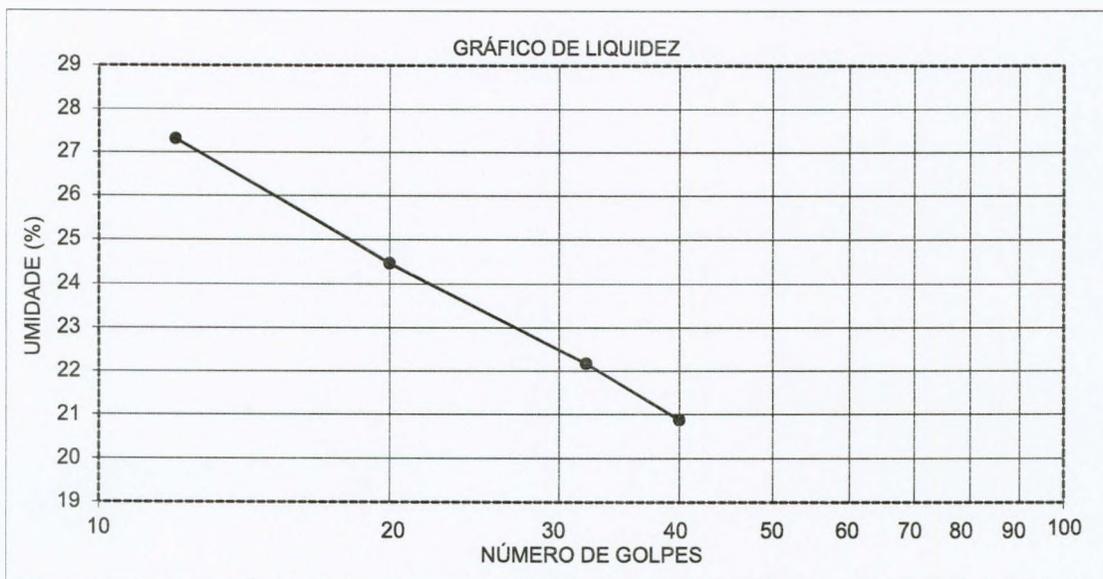
Pericles Magalhães Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PA



ENSAIOS DE LIMITES DE CONSISTENCIA - JAZIDA 2								
ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE								
FURO: 6								
LIMITE DE LIQUIDEZ					LIMITE DE PLASTICIDADE			
Nº DE GOLPES	12	20	32	40	xxx	xxx	xxx	xxx
Nº CÁPSULA	1	2	3	4	5	6	7	8
SOLO+TARA+ÁGUA	18,32	18,90	17,98	19,62	8,84	9,12	8,96	8,78
SOLO+TARA	16,02	16,35	15,85	17,38	8,47	8,88	8,62	8,41
TARA	6,50	6,53	6,20	6,84	6,32	7,35	6,55	6,18
ÁGUA	2,30	2,55	2,13	2,24	0,37	0,24	0,34	0,37
SOLO	9,52	9,82	9,65	10,54	2,15	1,53	2,07	2,23
UMIDADE	24,16	25,97	22,07	21,25	17,21	15,69	16,43	16,59

LIMITE DE LIQUIDEZ	(LL):	23 %
LIMITE DE PLASTICIDADE	(LP):	16 %
ÍNDICE DE PLASTICIDADE	(IP):	7 %



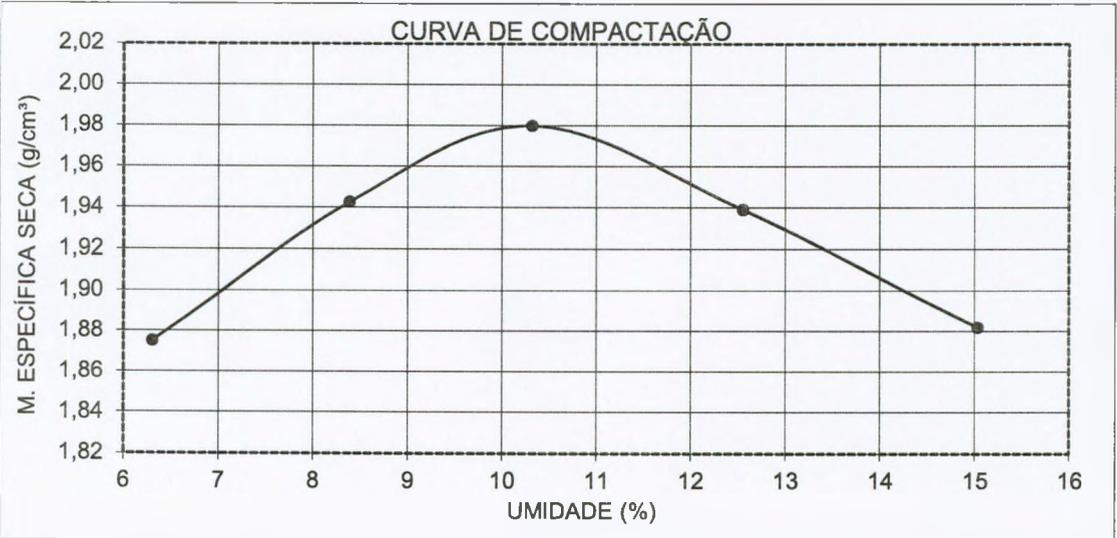
Pericles Magalhães Marinho  
 Eng.º Civil - CREA 15.267-D PE/PA



ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA 2  
 FURO:02  
 ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE

RESULTADOS:  
 MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,923 g/cm<sup>3</sup>  
 UMIDADE ÓTIMA: 10,53 %

CILINDRO Nº	8	VOLUME	2275	PESO	4115
Nº DE GOLPES	12	P. DA AMOSTRA	6000		
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8650	8905	9084	9080	9040
PESO DA AMOSTRA (g)	4535	4790	4969	4965	4925
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,993	2,105	2,184	2,182	2,165
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5
P. BRUTO ÚMIDO (g)	69,14	76,44	81,18	92,45	91,63
P. BRUTO SECO (g)	65,86	71,52	74,90	83,75	81,45
P. DA CÁPSULA (g)	13,60	13,51	14,05	14,02	13,6
ÁGUA (g)	3,31	4,86	6,3	8,76	10,22
SOLO (g)	52,31	58,06	60,85	69,68	67,91
UMIDADE ( % )	6,33	8,37	10,35	12,57	15,05
MASSA ESPECÍFICA SECA (g)	1,875	1,943	1,979	1,939	1,882



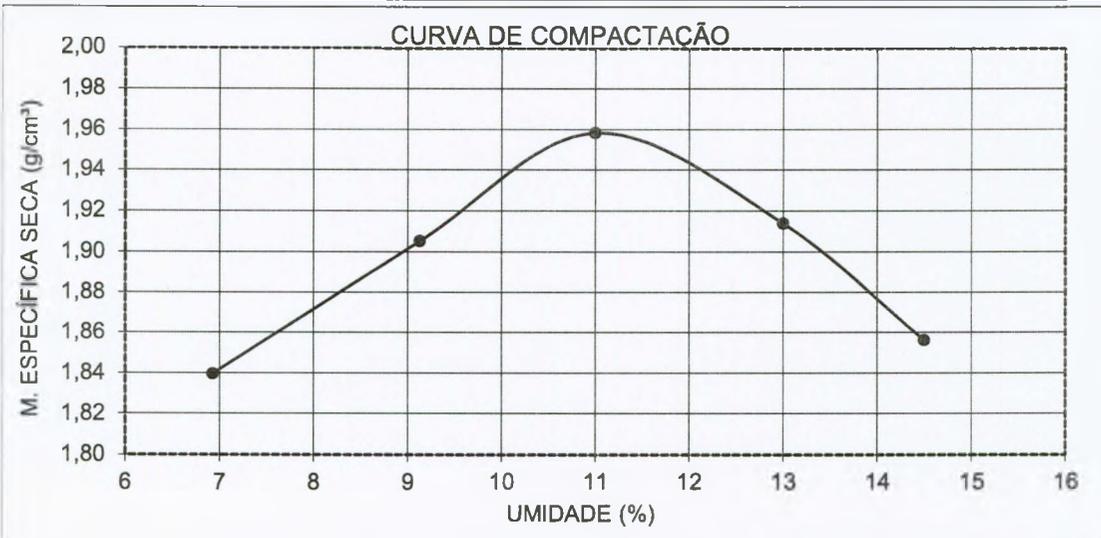
Pericles Magalhães Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PN



ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA 2  
 ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE  
 FURO:04

RESULTADOS:  
 MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,895 g/cm<sup>3</sup>  
 UMIDADE ÓTIMA: 10,88 %

CILINDRO Nº	8	VOLUME	2275	PESO	4115
Nº DE GOLPES	12	P. DA AMOSTRA	6000		
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)	8590	8845	9060	9035	8950
PESO DA AMOSTRA (g)	4475	4730	4945	4920	4835
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)	1,967	2,079	2,174	2,163	2,125
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5
P. BRUTO ÚMIDO (g)	74,85	84,50	83,64	80,21	86,57
P. BRUTO SECO (g)	70,91	76,99	74,91	72,51	77,02
P. DA CÁPSULA (g)	14,65	13,81	14,4	13,1	13,65
ÁGUA (g)	3,92	5,78	6,74	7,66	9,52
SOLO (g)	58,00	63,21	63,02	58,95	64,12
UMIDADE ( % )	6,76	9,14	11,00	13,00	14,50
MASSA ESPECÍFICA SECA (g)	1,843	1,905	1,958	1,914	1,856



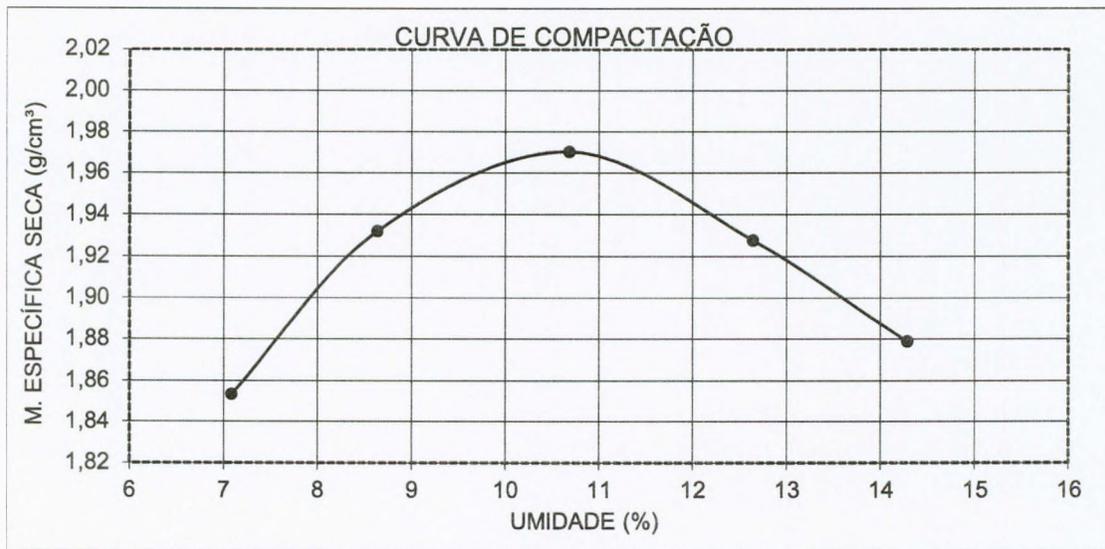
Pericles Magalhães Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



ENSAIO DE COMPACTAÇÃO - PROCTOR NORMAL - JAZIDA 2  
 FURO:06  
 ESTRADA TRECHO: P.A. BOA VENTURA/P.A. BELO HORIZONTE

RESULTADOS:  
 MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA: 1,912 g/cm<sup>3</sup>  
 UMIDADE ÓTIMA: 10,69 %

CILINDRO Nº	8	VOLUME	2275	PESO	4115	
Nº DE GOLPES	12	P. DA AMOSTRA	6000			
P. DA AMOSTRA + CILINDRO (g)		8630	8890	9076	9055	9000
PESO DA AMOSTRA (g)		4515	4775	4961	4940	4885
MASSA ESPECÍFICA ÚMIDA (g)		1,985	2,099	2,181	2,171	2,147
CÂPSULA Nº		1	2	3	4	5
P. BRUTO ÚMIDO (g)		66,12	73,01	76,58	96,00	92,00
P. BRUTO SECO (g)		62,30	68,14	71	78,12	82,72
P. DA CÂPSULA (g)		13,54	13,99	13,21	14,01	13,75
ÁGUA (g)		3,51	4,63	6,1	8,05	10,01
SOLO (g)		49,44	53,12	57,14	63,35	70,09
UMIDADE ( % )		7,10	8,72	10,68	12,71	14,28
MASSA ESPECÍFICA SECA (g)		1,853	1,931	1,970	1,927	1,879



Pericles Ingañeco Marinho  
 Eng.º Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



12 - ESTUDO DE TRÁFEGO

Pericles Rogalves Morimbo  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



## 12 - ESTUDO DE TRÁFEGO

No que diz respeito a uma rodovia, um dos principais elementos que vai determinar as suas características futuras é o tráfego que a mesma deverá suportar. O projeto geométrico de uma estrada de rodagem é condicionado, principalmente, pelo tráfego previsto para nela circular.

O tráfego permite o estabelecimento da Classe de Projeto da Estrada e o adequado dimensionamento de todos os seus elementos. Assim, um dos principais aspectos a considerar na Classificação Técnica das Estradas é, certamente, o aspecto operacional, o qual depende, basicamente, da demanda de tráfego, ou seja, o seu volume de tráfego.

### 12.1 - VOLUME DE TRÁFEGO

Por definição é o número de veículos que passa por uma determinada seção de uma estrada, num determinado intervalo de tempo (volume anual, mensal, semanal, diário, etc.). Dependendo do objetivo do estudo, os volumes podem ser referidos a um ou dois sentidos do movimento. Na avaliação do tráfego existente de uma estrada faz-se contagens volumétricas em Postos Permanentes (contagem 24 horas por dia, o ano todo), Postos Sazonais (contagem com vista às safras, ao turismo, festas regionais, etc) e em Postos de Cobertura (contagem uma vez por ano, durante 48 horas, com vistas à determinação do VMD). Estas contagens permitem, quando estatisticamente representativas, estabelecer tendências de crescimento do tráfego, bem como permitir fazer correções nos dados de tráfego obtidos, considerando as variações porventura existentes. Desta forma, poder-se-á fazer projeções de tráfego para o ano-horizonte, definidor da Classe de Projeto da Estrada (Classificação Técnica), projeções estas também úteis na programação de melhorias na malha rodoviária.

Na concepção do Projeto de Pavimentação em Revestimento Primário foi adotado o estudo de VMD - Volume Médio Diário. Ele é utilizado para avaliar a distribuição do tráfego, medir a demanda atual de uma estrada, programação de melhorias, etc. É muito empregada, na linguagem corrente, a expressão equivalente Tráfego Médio Diário. As contagens de tráfego são feitas com o objetivo de conhecer-se o número de veículos que passa através de um determinado ponto da estrada, durante um certo período, podendo-se determinar o Volume Médio Diário (VMD), a composição do tráfego, etc.. Tais dados servem para a avaliação do número de acidentes, classificação das estradas e fornecem subsídios para o planejamento rodoviário, projeto geométrico de estradas, estudos de viabilidade e projetos de construção e conservação. Permitem, ainda, aglomerar dados essenciais para a obtenção de séries temporais para análise de diversos elementos, tais como a tendência de crescimento do tráfego e variações de volume.

Foi realizada contagem de veículos em intervalos de tempo e horários diferentes, o que por estimativa fornecerá a este projeto o dado de VMD igual a 20 veículos.

Importante frisar que esse VMD estimado absorveu variações horárias, diárias e semanais, não sendo possível determinar nesse estudo a variação mensal que é sensivelmente influenciada por eventos sazonais (períodos de colheita, pagamento de benefícios sociais, férias escolares, etc), e a variação anual, que possui acumulação de grande período de interferências e geralmente atrelada ao desenvolvimento econômico da região.

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



## 12.2 - NÍVEL DE SERVIÇO

O conceito de Nível de Serviço está associado às diversas condições de operação de uma via, quando ela acomoda diferentes volumes de tráfego.

É uma medida qualitativa do efeito de uma série de fatores, tangíveis e intangíveis, que para efeito prático é estabelecido apenas em função da velocidade desenvolvida na via e da relação entre o volume de tráfego e a capacidade da via (V/C).

Qualquer seção de uma via pode operar em diferentes níveis de serviço, dependendo do instante considerado. De acordo com o "Highway Capacity Manual", foram classificados 6 níveis de serviço, desde o A (condições ideais de escoamento livre) até o F (congestionamento completo).

A estrada em estudo possui classificação de NÍVEL A (Condição de escoamento livre, acompanhada por baixos volumes e altas velocidades. A densidade do tráfego é baixa, com velocidade controlada pelo motorista dentro dos limites de velocidade e condições físicas da via. Não há restrições devido a presença de outros veículos), sendo justificada a melhoria da faixa de rolamento proposta nesse projeto (revestimento primário), de forma a perenizar o tráfego o ano inteiro.

## 12.3 - CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

As ESTRADAS MUNICIPAIS não possuem uma normatização única quanto à denominação.

## 12.4 - QUANTO A FUNÇÃO E JURISDIÇÃO

### A) FUNÇÃO:

Rodovias Locais: constituídas geralmente por rodovias de pequena extensão, destinadas basicamente a proporcionar acesso ao tráfego intramunicipal de áreas rurais e de pequenas localidades às rodovias mais importantes.

### B) JURISDIÇÃO:

Estradas Vicinais: são, em geral, estradas municipais, pavimentadas ou não, de uma só pista, locais, e de padrão técnico modesto. Promovem a integração demográfica e territorial da região na qual se situam e possibilitam a elevação do nível de renda do setor primário. Podem também ser privadas, no caso de pertencerem a particulares.

## 12.5 - QUANTO A FINALIDADE

A utilização da estrada é feita livremente por habitantes e visitantes, estabelecendo finalidade comercial da estrada: são as de objetivo econômico, que proporcionam a circulação de riquezas, facilitando a troca de utilidades e o tráfego de passageiros.

## 12.6 - QUANTO A CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA

Pericles Inácio de Araújo  
Eng.º Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



Recomenda-se adotar, como critério para a classificação técnica de rodovias, o volume de tráfego que deverá utilizar a rodovia no 10o ano após sua abertura ao tráfego (VMD no ano-horizonte de projeto).

O Projeto Geométrico de uma estrada é condicionado principalmente pelo tráfego previsto para nela circular. Tal tráfego permite o estabelecimento da Classe da Estrada e o adequado dimensionamento de todos os seus elementos.

As Normas para Projeto das Estradas de Rodagem, aprovadas em 1949 e usadas originalmente pelo DNER, classificavam as estradas da seguinte forma:

- Classe Especial: Acima de 2000 veículos/dia;
- Classe I: De 1000 a 2000 veículos/dia;
- Classe II: De 500 a 1000 veículos/dia;
- Classe III: até 500 veículos/dia.

Atualmente, além do tráfego, a importância e a função da rodovia constituem elementos para seu enquadramento em determinada classe de projeto, podendo as estradas serem classificadas em:

- Classe 0 (via expressa): rodovia do mais elevado padrão técnico, com controle total de acesso. O critério de seleção dessas rodovias será o de decisão administrativa dos órgãos competentes.

- Classe I: as rodovias integrantes desta classe são subdivididas em estradas de Classe IA (pista dupla) e Classe IB (pista simples). A rodovia classificada na Classe IA possui pista dupla e controle parcial de acesso. Sua necessidade decorrerá quando os volumes de tráfego causarem níveis de serviço inferiores aos níveis C ou D, numa pista simples. O número total de faixas será função dos volumes de tráfego previstos para o ano-horizonte de projeto. Já as estradas pertencentes a Classe IB são caracterizadas por rodovias de alto padrão, suportando volumes de tráfego, conforme projetados para o 10o ano após a abertura ao tráfego, com Volume Médio Horário (VMH) > 200 veículos, bidirecionais, ou VMD > 1400 veículos, bidirecionais.

- Classe II: rodovia de pista simples, suportando volumes de tráfego (10o ano) compreendidos entre os seguintes limites:  $1400 \leq VMD < 700$  veículos, bidirecionais.

- Classe III: rodovia de pista simples, suportando volumes de tráfego (10o ano) compreendidos entre os seguintes limites:  $700 \leq VMD < 300$  veículos, bidirecionais.

- Classe IV: rodovia de pista simples, as quais podem ser subdivididas em estradas Classe IVA (veículos, bidirecionais) e estradas Classe IVB (VMD < 50 veículos, bidirecionais).

No Projeto de Estradas em estudo, enquadra-se de acordo com os dois critérios:

A) VMD Volume Médio Diário: *Enquadramento em Classe III*

B) IMPORTÂNCIA E FUNÇÃO DA RODOVIA: *Enquadramento em Classe IVB*

Pericles Magalhães Cordeiro  
Eng. Civil - CREA 15.267-O/PE/PL



13 - ESTUDO HIDROLÓGICO

Pericles Magalhães Marinho  
Eng.º Civil - CREA 15.267-D PE/PA



### 13 - ESTUDO HIDROLÓGICO

#### 13.1 - INTRODUÇÃO:

O Estudo Hidrológico da estrada vicinal, trecho: CE - 265 (P.A. Boa Ventura)/P.A. Belo Horizonte, obedeceu a IS-03-Instrução de Serviços para Estudo Hidrológico do DNIT e as recomendações do DER/CE.

O Estudo Hidrológico constituiu-se da coleta, processamento e análise dos dados que permitam a obtenção da vazão afluente às diversas obras de drenagem que serão executadas no trecho. As obras de drenagem projetadas, compõem-se dos seguintes tipos:

- Obras Auxiliares de Drenagem Superficial (sarjetas, meio-fio, e decidas d'água) -destinada a captar e interceptar as águas que se precipitam sobre o corpo estradal e conduzi-las para local de deságue seguro, sem que comprometa a estabilidade do maciço.
- Obras de Arte Correntes (bueiros) - destinadas a permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural, de um lado para o outro do corpo estrada i.
- Obras de Arte Especiais (pontes) - destinadas a transpor cursos d'água que apresentem uma vazão elevada, superando a capacidade dos bueiros.

#### 13.2 - PLUVIOMETRIAS DA REGIÃO:

Os dados pluviométricos e pluviográficos da região foram obtidos através da utilização da publicação "Chuvas Intensas no Brasil" do Eng.º Otto Pfafstetter. Tomou -se como referência deste estudo os dados relativos ao posto de Fortaleza, com nítidas semelhanças com a região.

A precipitação é obtida através da expressão:

$$P = K [ a . t + b . \log. ( 1 + c . t ) ]$$

Onde:

p = precipitação em mm

a= 0,2 (Posto Fortaleza)

b = 36 (Posto Fortaleza)

c = 20 (Posto Fortaleza)

t = duração da chuva em horas

k = fator de probabilidade

Pericles Magalhães Marinho  
Eng.º Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



O fator de probabilidade é obtido através da expressão:

$$K = \frac{\delta + \beta}{T^\delta}$$

Onde:

T = tempo de ocorrência em anos

$\alpha$  e  $\beta$  = parâmetros variáveis com a duração

$$\delta = 0,25$$

Tomando-se por base esses dados, foram traçados, escalas semi-logarítmica, as curvas altura X duração e intensidade X duração, para tempos de recorrência de 1, 10, 15, 25, 50, e 100 anos, as quais são apresentados nas próximas páginas.

### 13.3 - CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS:

As características Topográficas das bacias de contribuições (área, forma, linha de fundo e declividade) foram obtidas de mapas da SUDENE na escala 1:100.000.

### 13.4 - PEQUENAS BACIAS:

Consideramos como pequenas bacias aquelas cuja área de contribuição seja inferior a 10 km<sup>2</sup>. Estas bacias correspondem, em geral, às obras auxiliares de drenagem superficial e às obras de artes correntes.

O cálculo da vazão fluente às obras de drenagem, correspondentes às pequenas bacias, será feito através do Método Racional, que é representado pela expressão:

$$Q = \frac{C \cdot i \cdot A}{3,6}$$

Onde:

Q = vazão afluyente m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente deflúvio

i = intensidade de chuva em mm/h

A = área da bacia em km<sup>2</sup>

A intensidade de chuva foi obtida das curvas intensidade X duração, considerando a duração da chuva igual ao tempo de concentração da bacia.

#### 13.4.1 - Obras Auxiliares de Drenagem Superficial:

Na determinação da vazão afluyente às obras auxiliares de drenagem superficial, consideramos um tempo de recorrência de 10 anos e um tempo de concentração de 5 minutos.

As sarjetas de corte captam as águas provenientes da pista de rolamento, considerando-se que para cada sarjeta apenas metade da pista contribui, é obtida em função dos seguintes elementos hidrológicos:

$$A = 3,5 \times 10^{-6} \text{ km}^2/\text{m}$$

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



$i = 240 \text{ mm/h}$   
 $C = 0,6$  (solo compactado)

Com base nesses dados teremos:

$$Q1 = 5,04 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s.m}$$

A contribuição unitária dos taludes de corte, considerando-se uma altura média dos cortes de 1,00 m, é obtida em função dos seguintes elementos hidrológicos:

$A = 1,00 \times 10^{-6} \text{ km}^2/\text{m}$   
 $i = 240 \text{ mm/h}$   
 $C = 0,4$  (solo com cobertura vegetal)

Com base nesses dados teremos:

$$Q2 = 9,6 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s.m}$$

A descarga por metro linear de plataforma, contribuindo para sarjetas de corte, é dada por:

$$Q = Q1 + Q2 = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s.m}$$

#### 13.4.2 - Obras de Artes Correntes:

Na determinação da vazão afluente às obras de arte correntes, consideramos um tempo de recorrência de 15 anos. O tempo de concentração de cada bacia é obtido através da expressão:

$$Tc = 57 (L^3/H)^{0,385}$$

Onde:

$Tc$  = tempo de concentração em min

$L$  = linha de fundo da bacia em Km

$H$  = diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado em m.

Os parâmetros das pequenas bacias, correspondentes às obras de arte correntes e que servem de base para o cálculo da vazão afluente, são apresentados nas tabelas a seguir, onde:

$A$  = área da bacia de contribuição

$L$  = linha de fundo da bacia

$H$  = desnível da bacia

$Tc$  = tempo de concentração

$i_{15}$  = intensidade de chuva para um tempo de recorrência de 15 anos

$C$  = coeficiente de deflúvio

#### 13.5 - GRANDES BACIAS:

Consideramos como grandes bacias aquelas cuja área de contribuição seja superior a  $10\text{km}^2$ .

Estas bacias correspondem, em geral, às obras de arte especiais.

No cálculo da vazão afluente às obras de drenagem, correspondes às grandes bacias, adotamos um tempo de recorrência de 50 anos. Este cálculo tomou por base a seguinte expressão:

Pericles Inagálio de Marinho  
Eng.º Civil - CREA 15.267-D/PEPI



$$Q = \frac{1.150 A}{C \cdot L (120 + 3,65 \cdot K \cdot L \cdot C)}$$

Onde:

Q = vazão ordinária em m<sup>3</sup>/s

A = área da bacia de contribuição em km<sup>2</sup>

L = linha de fundo da bacia em km

K e C = coeficientes hidrométricos, tabelados em função do tipo de bacia

As bacias de contribuição são classificadas nos seguintes tipos:

K	C	Tipo - características Físicas
		Tipo 1- Pequena; íngreme; rochosa.
		Tipo 2- Bem acidentada, sem depressão evaporativa
0,20	1,00	Tipo 3- Média
0,30	1,05	Tipo 4- Ligeiramente acidentada
		Tipo 5- Ligeiramente acidentada, apresentando depressão
		Tipo 6- Quase plana, terreno argiloso
		Tipo 7- Quase plana, terreno varável ou ordinário
1,60	2,50	Tipo 8- Quase plana, terreno arenoso

DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS D'ARTES:

BACI No	ESTACA	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	H (m)	TC (min.)	I15 (mm/h)	C	Q (m/seg.)	Observações
1	3+18,31	0,10	0,30	3,00	9,29	230	0,4	2,777	BDTC
2	24+11,22	0,07	0,21	4,00	5,51	255	0,4	1,983	BSTC
3	27+14,39	0,06	0,21	4,00	5,51	255	0,4	1,700	BSTC
4	211+16,28	0,14	0,40	7,00	9,35	250	0,4	3,888	BDTC
5	215	0,20	0,43	7,00	10,16	230	0,4	5,111	BTTC
6	237	1,77	2,06	22,00	39,95	158	0,4	31,073	BTCC 3(2,0x2,0)m
7	255+11,54	0,07	0,27	12,00	4,82	255	0,4	1,983	BSTC
8	302+14,49	0,05	0,23	4,00	6,12	235	0,4	1,300	BTTC d=0,60m
9	322+8,64	0,06	0,32	4,00	8,92	230	0,4	1,533	BTTC d=0,60m
10	349+13,96	0,04	0,17	7,00	3,48	238	0,4	1,057	BDTC d=0,60m
11	360+17,76	0,02	0,13	6,00	2,71	255	0,4	0,567	BSTC d=0,60m
12	366+0,18	0,02	0,14	6,00	2,95	250	0,4	0,555	BSTC d=0,60m
13	383	0,17	0,43	20,00	6,78	238	0,4	4,495	BTTC

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA

FIM DA OBRA: P.A. BELO HORIZONTE  
 S-421628.858700  
 W-9471396.117200

BACIA 13 - 0,17Km<sup>2</sup> - BTTC Ø 1,00m  
 S-423890.695242  
 W-9464843.325780

BACIA 12 - 0,02Km<sup>2</sup> - BSTC Ø 0,60m  
 S-422740.411254  
 W-9466159.500250

BACIA 11 - 0,02Km<sup>2</sup> - BSTC Ø 0,60m  
 S-422589.356446  
 W-9466276.033470

BACIA 10 - 0,04Km<sup>2</sup> - BDTC Ø 0,60m  
 S-422361.252111  
 W-9466432.406860

BACIA 09 - 0,06Km<sup>2</sup> - BTTC Ø 0,60m  
 S-421720.178833  
 W-9466784.880290

BACIA 08 - 0,05Km<sup>2</sup> - BTTC Ø 0,60m  
 S-421341.057185  
 W-9467014.792350

BACIA 07 - 0,07Km<sup>2</sup> - BSTC Ø 1,00m  
 S-421374.845227  
 W-9467106.949830

BACIA 06 - 1,77Km<sup>2</sup> - BTCC  
 3(2,00x2,00)m  
 S-421427.080416  
 W-9467232.904630

BACIA 05 - 0,20Km<sup>2</sup> - BTTC Ø 1,00m  
 S-421451.582956  
 W-9467368.042800

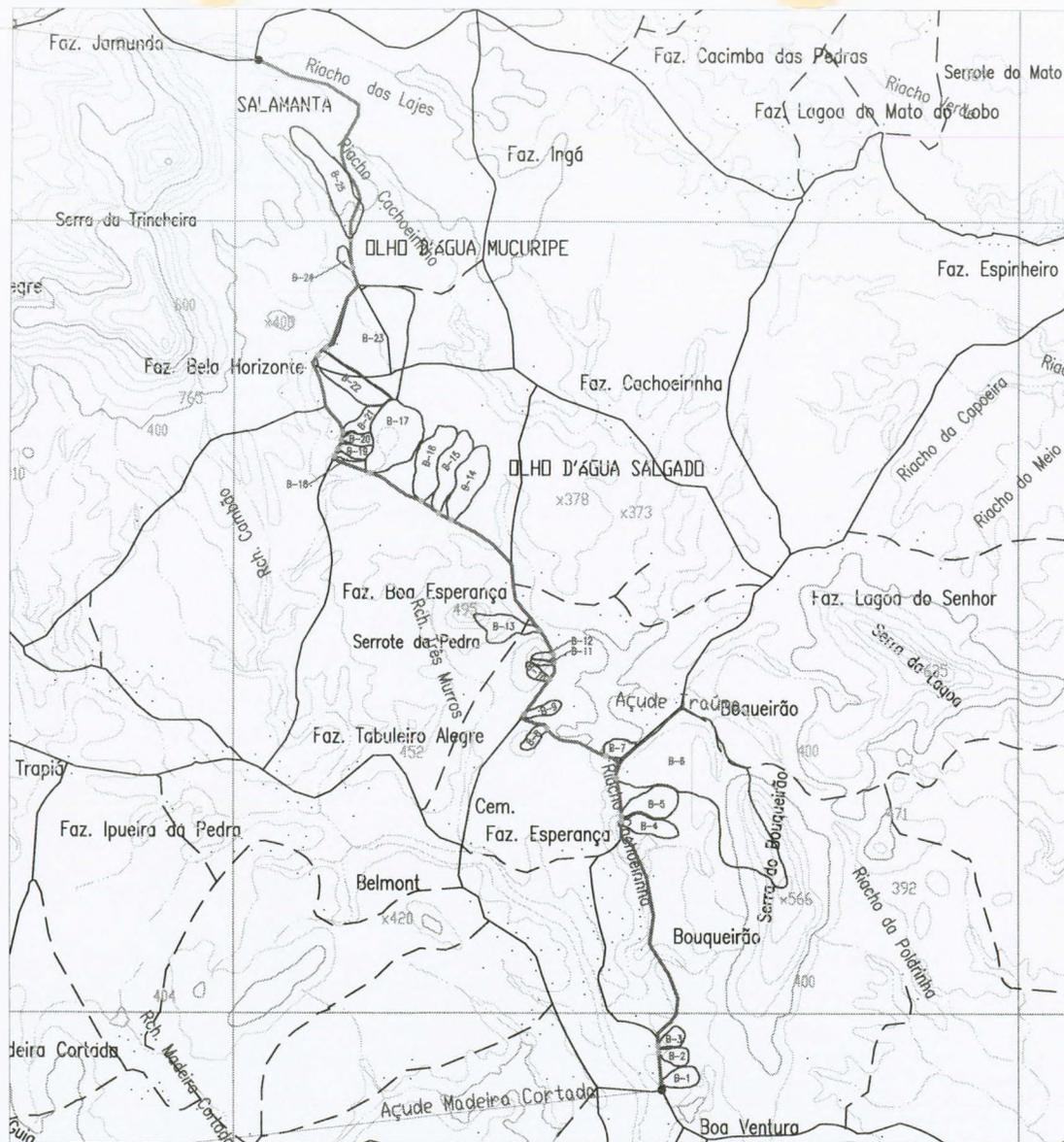
BACIA 04 - 0,14Km<sup>2</sup> - BDTC Ø 1,00m  
 S-421102.541452  
 W-9468288.903050

BACIA 03 - 0,06Km<sup>2</sup> - BSTC Ø 1,00m  
 S-421185.619743  
 W-9468378.041100

BACIA 02 - 0,07Km<sup>2</sup> - BSTC Ø 1,00m  
 S-421609.624189  
 W-9469434.815880

BACIA 01 - 0,10Km<sup>2</sup> - BDTC Ø 1,00m  
 S-421526.087238  
 W-9469787.864820

INÍCIO DA OBRA: CE - 366  
 S-425490.809100  
 W-9459037.265900



BACIA 25 - 0,41Km<sup>2</sup> - BTTC Ø1,00m  
 S-425501.203442  
 W-9459114.965680

BACIA 24 - 0,03Km<sup>2</sup> - BDTC Ø 0,60m  
 S-425454.610115  
 W-9459507.972070

BACIA 23 - 1,03Km<sup>2</sup> - BDCC  
 2(2,00x2,00)m  
 S-425445.290196  
 W-9459587.801630

BACIA 22 - 0,25Km<sup>2</sup> - BTTC Ø1,00m  
 S-424980.435502  
 W-9462427.758560

BACIA 21 - 0,09Km<sup>2</sup> - BDTC Ø1,00m  
 S-424964.967149  
 W-9462495.299060

BACIA 20 - 0,05Km<sup>2</sup> - BTTC Ø0,60m  
 S-424902.884451  
 W-9462974.270280

BACIA 19 - 0,06Km<sup>2</sup> - BTTC Ø0,60m  
 S-424733.139600  
 W-9463308.809450

BACIA 18 - 0,02Km<sup>2</sup> - BSTC Ø0,60m  
 S-423978.208953  
 W-9463590.555950

BACIA 17 - 0,47Km<sup>2</sup> - BDCC  
 2(2,00x2,00)m  
 S-423740.877939  
 W-9463743.851970

BACIA 16 - 0,25Km<sup>2</sup> - BTTC Ø1,00m  
 S-424042.278451  
 W-9464198.625500

BACIA 15 - 0,24Km<sup>2</sup> - BTTC Ø1,00m  
 S-424075.912855  
 W-9464444.317910

BACIA 14 - 0,27Km<sup>2</sup> - BTTC Ø1,00m  
 S-424075.813679  
 W-9464542.581180



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*  
 Prefeitura Municipal de Boa Viagem  
 Av. GHS - CREA 16.700 PUM

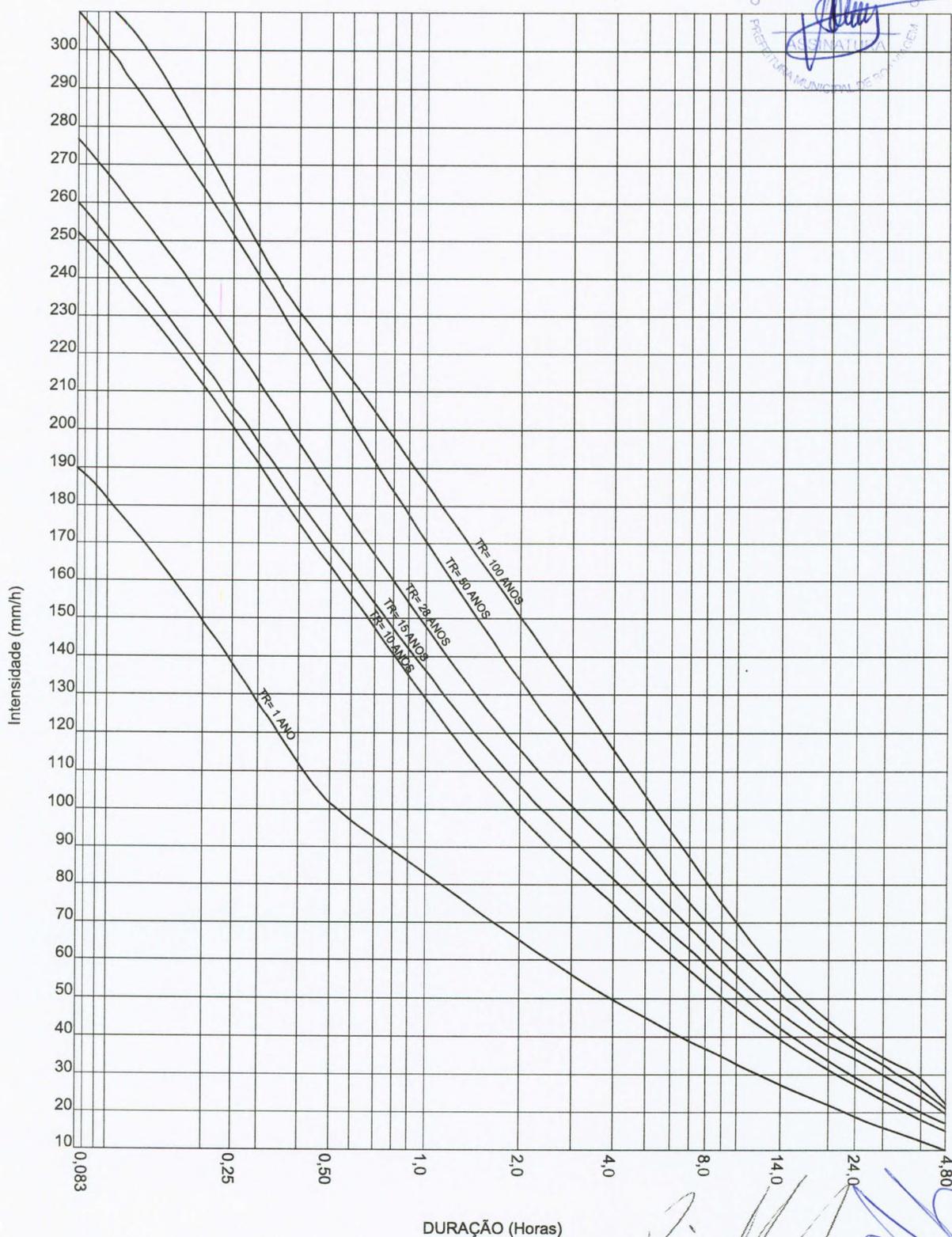


**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE**

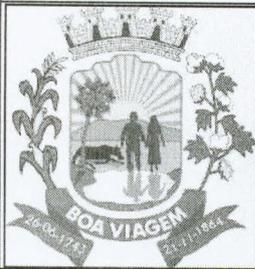
ESTRADA VICINAL TRECHO: CE -265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A.BELO HORIZONTE -CE	PREFEITO JULHO/2017
BACIAS HIDROGRÁFICAS E BUEIROS GEORREFERENCIADOS	



POSTO FORTALEZA  
 $P=0,2t + 36 \text{ Log}(t+20t)$



*Pericles Magalhães Marinho*  
 Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PI



**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE**

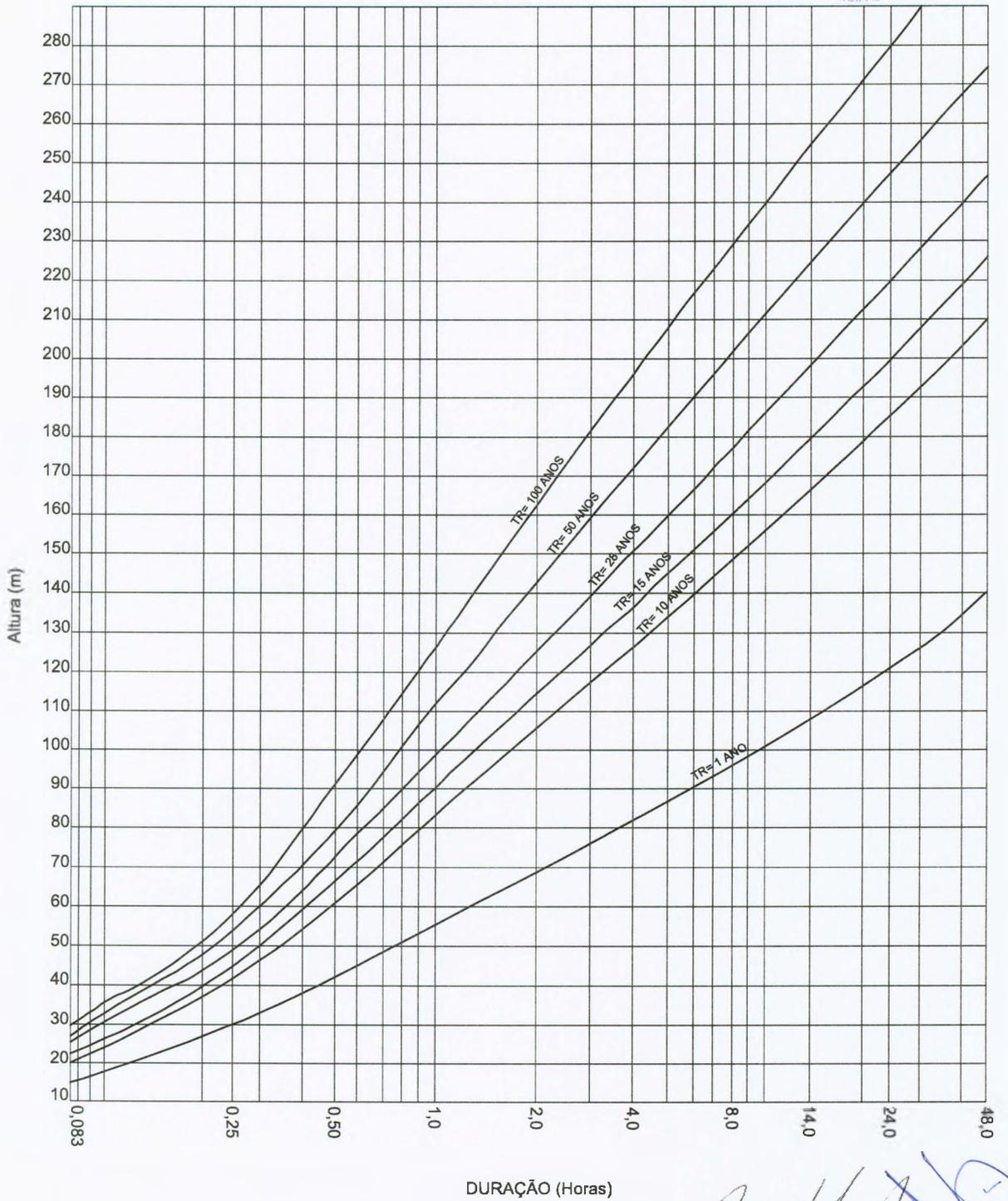
ESTRADA VICINAL  
 TRECHO: CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE

JULHO/2017

RELATÓRIO INFORMATIVO DE PROJETO  
 CURVAS: INTENSIDADE - DURAÇÃO

847  
 PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM  
 PÁGINA  
 ASSINATURA

POSTO FORTALEZA  
 $P=0,2t + 36 \text{ Log}(t+20t)$



*Pericles Magalhães Marinho*  
 Pericles Magalhães Marinho  
 Eng. Civil - CREA 15.247-D PE/RR

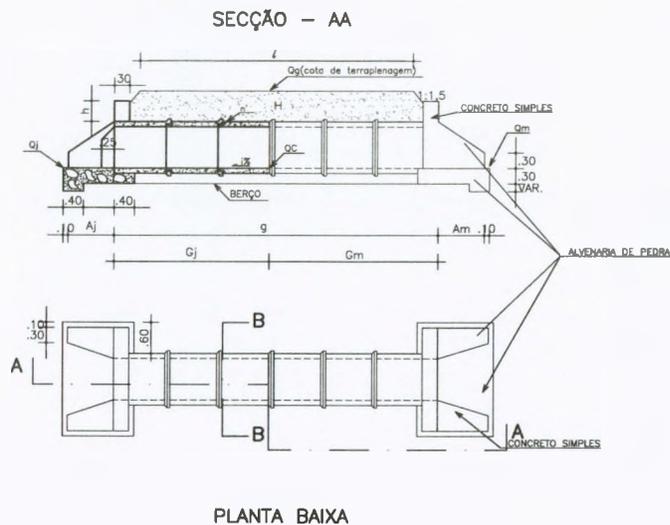


**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE**

ESTRADA VICINAL  
 TRECHO: CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE

JULHO/2017

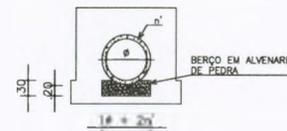
RELATÓRIO INFORMATIVO DE PROJETO  
 CURVAS: ALTURA - DURAÇÃO



**VISTA FRONTAL**



**SECÇÃO - BB**



DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,07m	h=0,40m	Qn=319,572	C= -	E= -
ESTACA: 24+11,22	Gj=4,07m	G=8,14m	Qj=318,468	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qq=320,050	A= -	N=8,14	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=316,720	Ø=1,00m	n'=0,10m	H=2,23m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=5,00m	h=0,40m	Qn=319,230	C= -	E= -
ESTACA: 27+14,39	Gj=5,00m	G=10,00m	Qj=319,130	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qq=319,280	A= -	N=9,74	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=317,580	Ø=1,00m	n'=0,10m	H=0,60m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,00m	h=0,40m	Qn=330,780	C= -	E= -
ESTACA: 255+11,54	Gj=4,00m	G=8,00m	Qj=330,690	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qq=330,940	A= -	N=8,00	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=329,240	Ø=1,00m	n'=0,10m	H=0,60m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,00m	h=0,40m	Qn=352,840	C= -	E= -
ESTACA: 360+17,76	Gj=4,00m	G=8,00m	Qj=352,760	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qq=352,800	A= -	N=8,00	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=351,300	Ø=0,60m	n'=0,06m	H=0,90m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,00m	h=0,40m	Qn=355,070	C= -	E= -
ESTACA: 366+0,18	Gj=4,00m	G=8,00m	Qj=354,990	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qq=355,030	A= -	N=8,00	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=353,530	Ø=0,60m	n'=0,06m	H=0,98m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,00m	h=0,40m	Qn=389,790	C= -	E= -
ESTACA: 570+4,47	Gj=4,00m	G=8,00m	Qj=389,710	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qq=389,750	A= -	N=8,00	l=6,88m
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=388,250	Ø=0,60m	n'=0,06m	H=0,90m

Pericles Inácio de Araújo  
 Eng. Civil - CREA 15.247-5/PE/PN



**PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE**

ESTRADA VICINAL  
TRECHO: CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE -CE

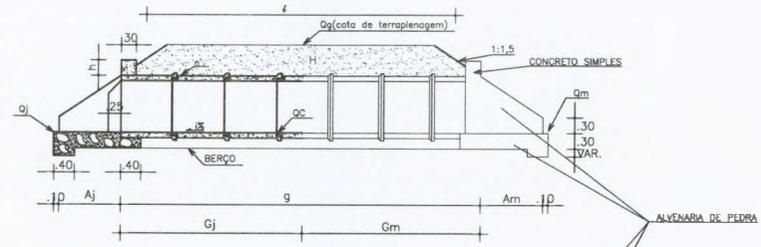
JULHO/2017

DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS BSTC

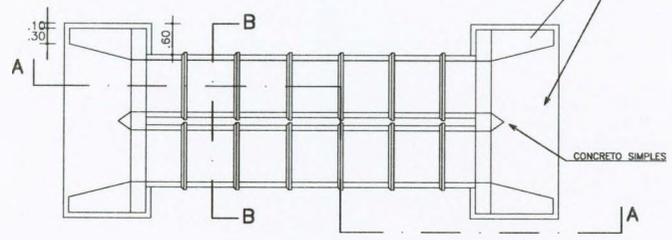
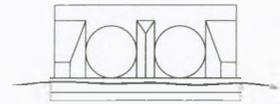
Nº



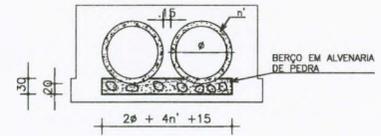
SECÇÃO - AA



VISTA FRONTAL



SECÇÃO - BB



PLANTA BAIXA

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO						
	Gm=3,97m	h=0,40m	Qm=322,649	C= -	E= -	
ESTACA: 3+18,31	Gj=3,97m	G=7,94m	Qj=322,570	D= -	l=1,00%	
MONT.:	Am=1,20m	Qg=323,110	A=	N=7,94	l=6,00m	
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=321,400	φ=1,00m	n'=0,10m	H=0,61m	

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO						
	Gm=3,95m	h=0,40m	Qm=322,649	C= -	E= -	
ESTACA: 211+16,28	Gj=3,95m	G=7,90m	Qj=322,090	D= -	l=1,00%	
MONT.:	Am=1,20m	Qg=332,400	A=	N=7,90	l=6,00m	
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=330,690	φ=1,00m	n'=0,10m	H=0,61m	

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO						
	Gm=3,97m	h=0,40m	Qm=352,649	C= -	E= -	
ESTACA: 349+13,96	Gj=3,97m	G=7,94m	Qj=352,570	D= -	l=1,00%	
MONT.:	Am=1,20m	Qg=352,610	A=	N=7,94	l=6,00m	
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=351,160	φ=0,60m	n'=0,06m	H=0,85m	

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO						
	Gm=4,00m	h=0,40m	Qm=378,670	C= -	E= -	
ESTACA: 586+5,18	Gj=4,00m	G=8,00m	Qj=378,590	D= -	l=1,00%	
MONT.:	Am=1,20m	Qg=378,840	A=	N=8,00	l=6,00m	
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=377,130	φ=1,00m	n'=0,10m	H=0,61m	

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO						
	Gm=4,11m	h=0,40m	Qm=407,691	C= -	E= -	
ESTACA: 709+1,36	Gj=4,11m	G=8,22m	Qj=407,608	D= -	l=1,00%	
MONT.:	Am=1,20m	Qg=407,650	A=	N=8,22	l=6,00m	
JUS.:	Aj=1,20m	Qc=405,990	φ=0,60m	n'=0,06m	H=1,08m	

*Pericles Inagabete Cordeiro*  
Eng. Civil - CREA 15.247-D/PE/PL



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE

ESTRADA VICINAL  
TRECHO: CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE - CE

JULHO/2017

DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS BDT

N°



DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,00m	h=0,40m	Qn=329,340	C= -	E= -
ESTACA: 215+0,00	G=4,00m	G=8,00m	Q=329,260	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=331,830	A=	N=8,00	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=330,130	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,60m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,23m	h=0,40m	Qn=344,132	C= -	E= -
ESTACA: 302+14,49	G=4,23m	G=8,46m	Q=344,047	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=344,090	A=	N=8,46	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=342,250	θ=0,60m	n'=0,06m	H=1,24m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=3,93m	h=0,40m	Qn=346,469	C= -	E= -
ESTACA: 382+8,64	G=3,93m	G=7,86m	Q=346,390	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=346,430	A=	N=7,86	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=345,030	θ=0,60m	n'=0,06m	H=0,80m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,30m	h=0,40m	Qn=356,873	C= -	E= -
ESTACA: 383+0,00	G=4,30m	G=8,60m	Q=356,787	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=358,780	A=	N=8,60	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=356,830	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,85m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,08m	h=0,40m	Qn=369,710	C= -	E= -
ESTACA: 482+0,54	G=4,08m	G=8,16m	Q=369,629	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=369,820	A=	N=8,16	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=368,050	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,77m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,00m	h=0,40m	Qn=372,400	C= -	E= -
ESTACA: 492+8,97	G=4,00m	G=8,00m	Q=372,320	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=372,670	A=	N=8,00	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=370,870	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,70m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,10m	h=0,40m	Qn=381,241	C= -	E= -
ESTACA: 505+4,99	G=4,10m	G=8,20m	Q=381,159	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=381,440	A=	N=8,20	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=379,550	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,79m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,28m	h=0,40m	Qn=384,952	C= -	E= -
ESTACA: 575+4,85	G=4,28m	G=8,56m	Q=384,867	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=384,910	A=	N=8,56	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=382,990	θ=0,60m	n'=0,06m	H=1,32m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=4,13m	h=0,40m	Qn=379,161	C= -	E= -
ESTACA: 581+2,56	G=4,13m	G=8,26m	Q=379,078	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=379,120	A=	N=8,26	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=377,420	θ=0,60m	n'=0,06m	H=1,10

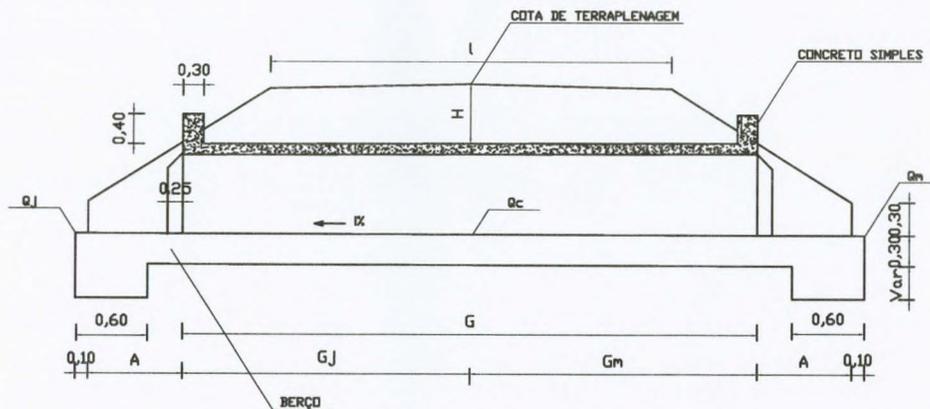
DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=3,97m	h=0,40m	Qn=391,459	C= -	E= -
ESTACA: 644+10,20	G=3,97m	G=7,94m	Q=391,380	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=391,910	A=	N=7,94	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=389,980	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,83m

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gn=3,96m	h=0,40m	Qn=410,389	C= -	E= -
ESTACA: 731+14,97	G=3,96m	G=7,92m	Q=410,310	D= -	I=1,00%
MDNT.:	An=1,20m	Qn=410,680	A=	N=7,92	I=6,00m
JUS.:	A=1,20m	Qc=408,920	θ=1,00m	n'=0,10m	H=0,66m

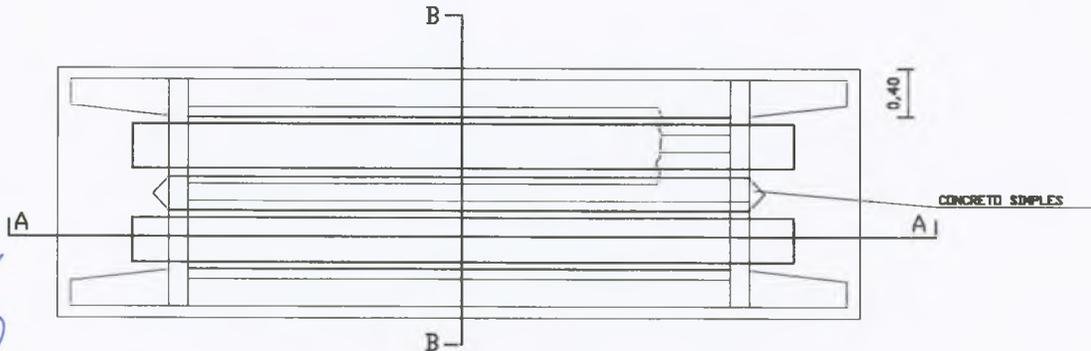
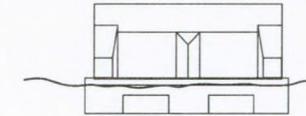




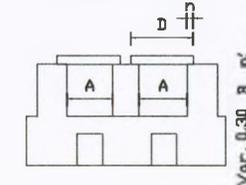
SECÇÃO AA



VISTA FRONTAL



SECÇÃO BB



PLANTA BAIXA

*[Handwritten signature]*



*[Handwritten signature]*  
 Pericles Inácio Marinho  
 Eng. CIVIL - CREA 15.267-D/PE/PI

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gm=4,08m	H=0,90m	Qm=385,689	C=0,60m	E= -
ESTACA: 543+17,97	Gj=4,08m	G=8,16m	Qj=385,570	D=2,60m	l=1,00%
MONT.:	Am=1,90m	Qg=387,140	A=2,00m	N=0,30	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,90m	Qc=384,020	B=2,00m	n'=0,22m	

DIMENSIONAMENTO DO BUEIRO					
	Gm=4,13m	H=1,41m	Qm=387,940	C=0,60m	E= -
ESTACA: 651+2,90	Gj=4,13m	G=8,26m	Qj=387,819	D=2,60m	l=1,00%
MONT.:	Am=1,90m	Qg=389,810	A=2,00m	N=0,30	l=6,00m
JUS.:	Aj=1,90m	Qc=386,180	B=2,00m	n'=0,22m	



PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE

ESTRADA VICINAL  
 TRECHO: CE - 285 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE - CE

JULHO/2017

DIMENSIONAMENTO DE BUEIROS BDCC

N°





14 - ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Pericles' followed by a large flourish.

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PEP



**14 - ESTUDO DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS**

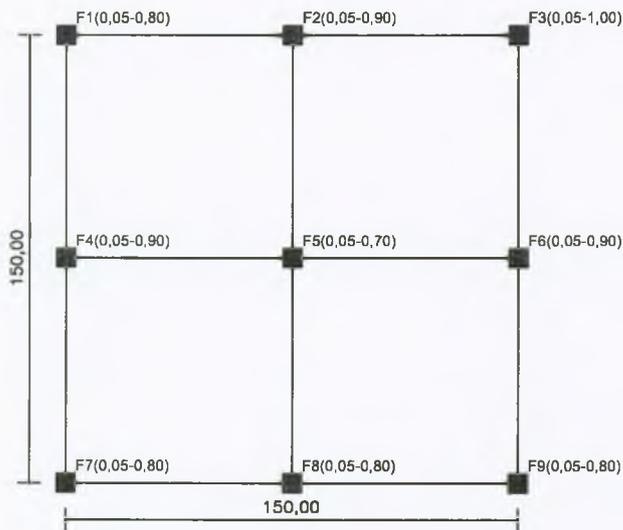
Para a execução do serviço de terraplanagem na rodovia, foram escolhidas áreas de empréstimo, as quais apresentam volume suficiente para atender ao volume previsto no quadro de cubação.

Os empréstimos são apresentados através das seguintes informações:

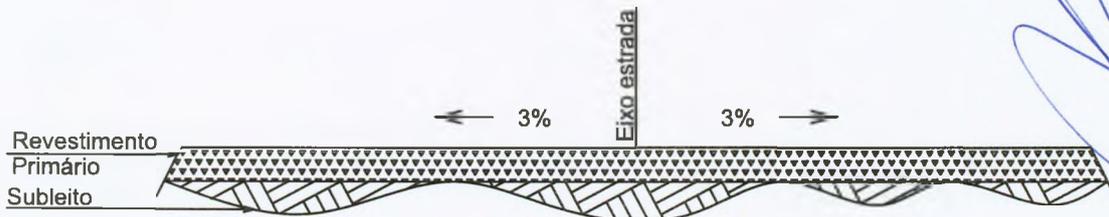
- Exame tato visual preliminar;
- Croqui de situação.

Pericles Rogatão Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PA.

# PLANTA DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS - JAZIDA 01



CONVENÇÃO	
<b>J - 01</b>	JAZIDA DE RESVESTIMENTO PRIMÁRIO E ATERRO
IDENTIFICAÇÃO:	
LOCALIZAÇÃO - Estaca 205 + 0,00	
DISTÂNCIA DO EIXO - 20,00m	
BENFEITORIAS - NENHUMA	
TIPO DE VEGETAÇÃO - MATA RALA	
UTILIZAÇÃO - PLATAFORMA DE ROLAMENTO E ATERRO	
ÁREA SONDADA = 22.500,00m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL = 22.500,00m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO = 18.900,000m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL = 17.920,534m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL = 0,84m	EXPURGO MÉDIO = 0,05m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS - GC	



LEGENDA	
	Revestimento Primário - 20,00cm
	Subleito Regularizado

*Pericles Inácio Marinho*  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PE



## PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE

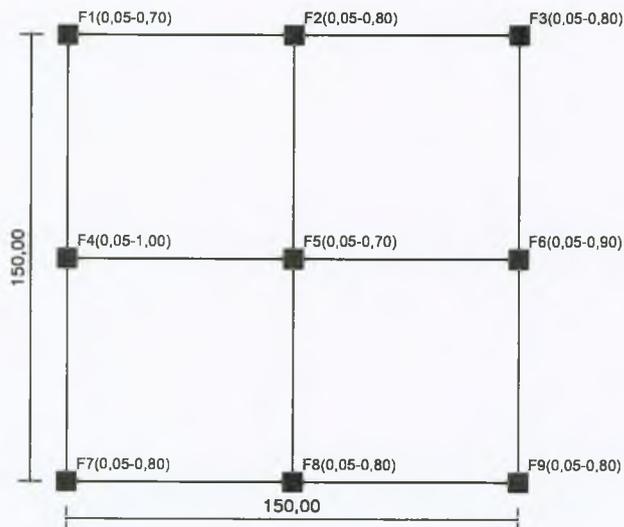
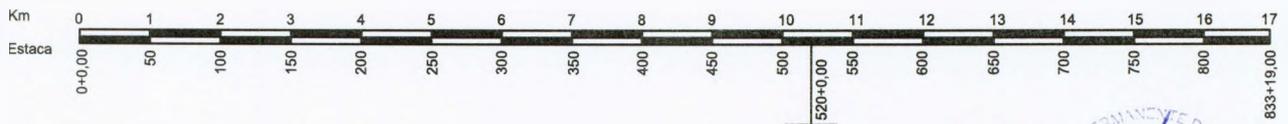
ESTRADA VICINAL  
TRECHO - CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE -CE

JULHO/2017

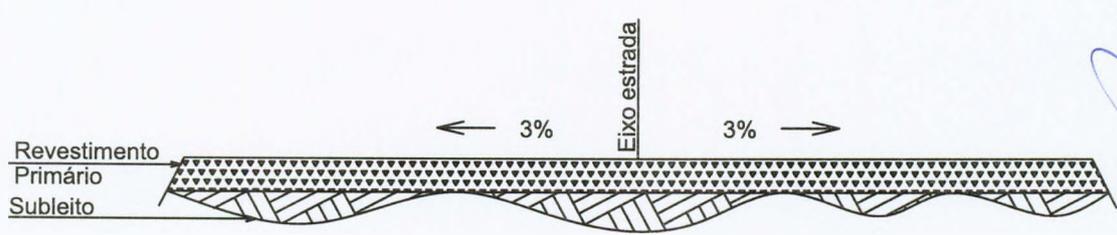
PLANTA DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS

Nº

# PLANTA DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS - JAZIDA 02



<b>CONVENÇÃO</b>	
<b>J - 02</b>	JAZIDA DE RESVESTIMENTO PRIMÁRIO
<b>IDENTIFICAÇÃO:</b>	
LOCALIZAÇÃO - Estaca - 520 + 0,00	
DISTÂNCIA DO EIXO - 20,00m	
BENFEITORIAS - NENHUMA	
TIPO DE VEGETAÇÃO - MATA RALA	
UTILIZAÇÃO - PLATAFORMA DE ROLAMENTO E ATERRO	
ÁREA SONDADA = 22.500,00m <sup>2</sup>	ÁREA UTILIZÁVEL = 22.500,00m <sup>2</sup>
VOLUME SONDADO = 18.225,000m <sup>3</sup>	VOLUME UTILIZÁVEL = 17.920,535m <sup>3</sup>
CAMADA MÉDIA UTILIZÁVEL = 0,81m	EXPURGO MÉDIO = 0,05m
CLASSIFICAÇÃO UNIFICADA DOS SOLOS - GC	

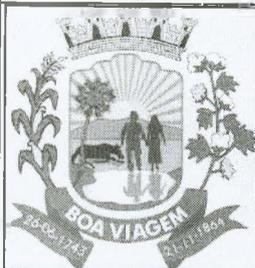


LEGENDA	
	Revestimento Primário - 20,00cm
	Subleito Regularizado

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

Pericles Inácio Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.247-0 PE/PA



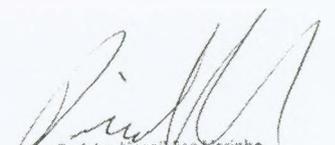
## PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE

ESTRADA VICINAL	JULHO/2017
TRECHO - CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE - CE	
PLANTA DE OCORRÊNCIA DE MATERIAIS	Nº



15 - GRÁFICO DE DISTRIBUIÇÃO DE JAZIDAS



  
Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PA

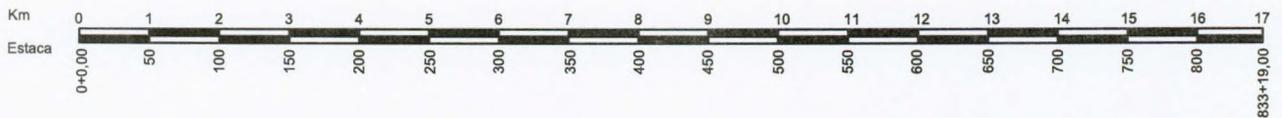


**15 - GRÁFICO DE DISTRIBUIÇÃO DE JAZIDAS**

O gráfico de distribuição das jazidas, mostra a localização e a capacidade de cada jazida, feito preliminarmente através de estudos tato-visual.

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA

# GRÁFICO DE DISTRIBUIÇÃO DE JAZIDAS



Pericles Magalhães Mariano  
 Eng.º Civil - CREA 15.297-D/PE/PA



## PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE

ESTRADA VICINAL  
 TRECHO - CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE -CE

JULHO/2017

GRÁFICO DE DISTRIBUIÇÃO DE JAZIDAS

Nº



16 - GRÁFICO DE DIMENSIONAMENTO DE REVESTIMENTO

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PB

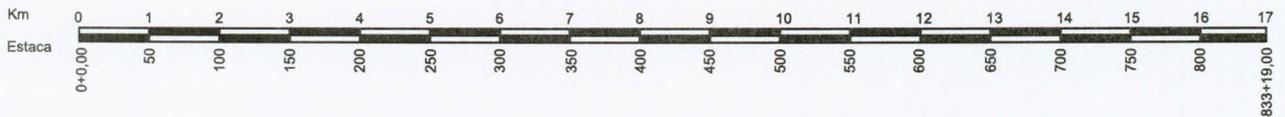


## 16 - GRÁFICO DE DIMENSIONAMENTO DE REVESTIMENTO

O gráfico de dimensionamento de revestimento, mostra o detalhe das camadas que irão compor a obra com as suas respectivas espessuras.

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA

# GRÁFICO DE DIMENSIONAMENTO DE REVESTIMENTO



LEGENDA	
	Revestimento Primário - 20,00cm
	Subleito Regularizado

*[Handwritten signature]*  
*[Handwritten signature]*  
 Pericles Magalhães Marinho  
 Eng.º Civil - CREA 15.267-5/PE/PA



## PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VIAGEM - CE

ESTRADA VICINAL  
 TRECHO - CE - 265 (P.A. BOA VENTURA)/P.A. BELO HORIZONTE -CE

JULHO/2017

GRÁFICO DE DIMENSIONAMENTO DE REVESTIMENTO

Nº



17 - PROJETO GEOMÉTRICO

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



## 17 - PROJETO GEOMÉTRICO

De posse ao levantamento topográfico, o projeto geométrico, foi desenvolvido em consonância com as diretrizes básicas adotadas pela Prefeitura Municipal de Boa Viagem-CE.

A via foi projetada com caixa uniforme dentro dos padrões da Prefeitura Municipal, de forma a evitar largura desnecessária. Em termos altimétricos, o projeto foi desenvolvido objetivando uma melhor plataforma de rolamento eliminando-se lombadas e depressões.

Os taludes de aterro terão inclinação de 1,0(H): 1,5(V).

O fator de retração do solo foi considerado como 25%.

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



18 - MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES

Pericles Inácio do Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PEPM



## 18 - MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES

### 18.1 - OBJETIVO:

O presente Memorial Descritivo e Especificações, tem por objetivo estabelecer as normas à serem obedecidas na recuperação de Estradas Vicinais no município de Boa Viagem - CE.

### 18.2 - DISPOSIÇÕES GERAIS:

Além do que preceitua as normas da ABNT, toda a legislação pertinente em vigor e do que está explicitamente indicado nos desenhos, os serviços deverão obedecer também as presentes especificações.

### 18.3 - DELIMITAÇÃO DOS SERVIÇOS:

- SERVIÇOS PRELIMINARES;
- TERRAPLANAGEM;
- OBRAS D'ARTES CORRENTES
- PROTEÇÃO AMBIENTAL.

#### 18.3.1 - SERVIÇOS PRELIMINARES

##### 18.3.1.1 - PLACA DA OBRA

A placa da obra deverá ser afixada em local bem visível, conforme padrão da Prefeitura Municipal de Boa Viagem - CE e/ou convênio, nas dimensões (3,00 x 2,00)m.

A placa será estruturada em madeira, com chapa de aço galvanizado na superfície externa, pintada com sulfato a pistola e posterior pintura a base de esmalte sintético para fundo e letra.

##### 18.3.1.2 - INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS

Antes do início da construção propriamente dita, deverão ser executadas todas as instalações provisórias, de tal modo que facilite a recepção, estocagem e o manuseio dos materiais.

As instalações provisórias deverão constar pelo menos dos seguintes itens:

- a) Barracão para o escritório e fiscalização;
- b) Depósito de materiais a descoberto;
- c) Barracão para manutenção de equipamentos;
- d) Instalações comunitárias provisórias;

A ausência do responsável pela obra no local da mesma, implicará na presença de um preposto, previamente aprovado pela fiscalização.



### **18.3.2 - TERRAPLANAGEM**

#### **18.3.2.1 - DESMATAMENTO E LIMPEZA DA AREA DE INTERVENÇÃO**

Deverá ser desmatado apenas o local de empréstimo e toda madeira existente no local deverá ser aproveitada.

#### **18.3.2.2 - LOCAÇÃO**

No início do serviço será feito a relocação do eixo da via, bem como, o nivelamento e marcação dos OFF-SETS". A execução da obra deverá se realizar com acompanhamento de topógrafo, para garantir a execução plena do projeto.

No controle Geométrico do maciço só serão aceitas variações a maior e sempre no sentido de suavizar os taludes.

#### **18.3.2.3 - REGULARIZAÇÃO DO SUB LEITO**

O serviço de regularização do sub leito, tem como objetivo tornar a plataforma da estrada uniforme (sem lombadas ou depressões), devendo ser executado sem adição de material, procurando dar forma a plataforma da estrada de maneira que evite o acúmulo de água em sua superfície.

#### **18.3.2.4 - REVESTIMENTO PRIMÁRIO**

##### **18.3.2.4.1 - DEFINIÇÃO**

O revestimento primário por ser uma camada granular, que pelas suas características de granulometria e plasticidade pode desempenhar ao mesmo tempo as funções de base e revestimento para pequeno volume de tráfego, deverá ser executado com rocha em decomposição ou cascalho.

A espessura final deverá ficar em média 20 cm, com compactação mínima de 95% e caimento eixo/lateral de 3,0%.

##### **18.3.2.4.2 - MATERIAIS EMPREGADOS**

Poderão ser empregados na execução de revestimento primário materiais que tenham resistência elevada (misturados ou não) o suficiente para suportar o desgaste provocado pelo tráfego de veículos pesados (rocha em decomposição, cascalho, seixo, pedregulho, etc), obedecendo o seguinte:

- Partículas com diâmetro máximo igual ou inferior a 25mm;
- Isenção total de matéria orgânica;
- Retenção na peneira 10 de materiais resistentes a solicitação exigida pela rodovia;


Pericles Augusto Borinhe  
Eng. Civil - CREA 15.217-0 PE/PA



- A fração que passa na peneira 10 deverá ser constituída de areia natural;
- A fração que passa na peneira 40 deve ter LL menor que 35% e o IP máximo de 7%;
- Desgaste Los Angeles superior a 55;
- CBR mínimo de 20% e expansão máxima de 1%;
- Percentual máximo de argila em cascalho de 20% a 30%.

#### 18.3.2.4.2.1 - MATERIAL MISTURADO

A mistura pode ser feita previamente ou no local da aplicação.

A mistura prévia é feita com base no peso seco de cada um dos materiais que irão fazer parte da mesma, podendo ser usado como medida a concha do equipamento que irá misturá-los.

A mistura feita na pista terá o mesmo procedimento da mistura prévia, colocando-se na pista primeiro o material de maior proporção, em seguida o de menor proporção e seguida o espalhamento através motoniveladora.

O material não poderá conter matéria orgânica, granulometria superior a 25mm e o percentual de material argiloso não poderá superar 20% a 30% da mistura total.

#### 18.3.2.4.2.2 - MATERIAL SEM MISTURA

O material pronto para uso já na jazida deve ser transportado para o local de aplicação disposto em montes espaçados de tal forma que após o espalhamento com motoniveladora apresente uma camada regular entre 15 e 20cm.

#### 18.3.2.4.3 - EXECUÇÃO

O Serviço de execução da terraplanagem deve obedecer o seguinte:

- Regularização do sub-leito;
- Executar o revestimento primário sobre o Sub-leito limpo e na umidade ideal;
- Não executar nenhum serviço em dia chuvoso.

#### 18.3.2.4.3.1 - EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

- 1 Escavadeira hidráulica;
- 3 Caminhões basculante;
- 1 Motoniveladora;
- 1 Caminhão-tanque equipado com motor bomba e esguicho;
- 1 Trator de pneus com grade de discos;
- 1 Rolo compactador 15t.

#### 18.3.2.4.3.2 - UMEDECIMENTO, ESPALHAMENTO E HOMOGENEIZAÇÃO

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.247-D PE/PA



O teor de umidade ótima tirado no campo não deve exceder em 1 ponto percentual e nem ficar inferior a 2 percentuais da umidade ótima para compactação do material.

Se o teor de umidade ficar inferior ao limite mínimo, o material deverá ser revolvido com grade discos ou motoniveladora e umedecido, homogeneizado e compactado novamente.

Se o teor de umidade ficar superior ao limite mínimo o material deverá aerado com a grade discos e a motoniveladora juntos até que o material atinja a umidade adequada para uso.

#### **18.3.2.4.3.3 - COMPACTAÇÃO DOS SOLOS**

##### **18.3.2.4.3.3.1 - COMENTÁRIO**

A compactação é um método de estabilização e melhoria do solo através de processo manual ou mecânico, visando reduzir o volume de vazios do solo. A compactação tem em vista estes dois aspectos: aumentar a intimidade de contato entre os grãos e tornar o aterro mais homogêneo melhorando as suas características de resistência, deformabilidade e permeabilidade.

A compactação de um solo é a sua densificação por meio de equipamento mecânico, geralmente um rolo compactador, embora, em alguns casos, como em pequenas valetas até soquetes manuais podem ser empregados. Um solo, quando transportado e depositado para a construção de um aterro, fica num estado relativamente fofo e heterogêneo e, portanto, além de pouco resistente e muito deformável, apresenta comportamento diferente de local para local.

##### **18.3.2.4.3.3.2 - ENSAIO DE COMPACTAÇÃO**

Aplicando-se uma certa energia de compactação (um certo número de passadas de um determinado equipamento no campo ou um certo número de golpes de um soquete sobre o solo contido num molde), a massa específica resultante é função da umidade em que o solo estiver. Quando se compacta com umidade baixa, o atrito as partículas é muito alto e não se consegue uma significativa redução de vazios. Para umidades mais elevadas, a água provoca um certo efeito de lubrificação entre as partículas, que deslizam entre si, acomodando-se num arranjo mais compacto.

Na compactação, as quantidades de partículas e de água permanecem constantes; o aumento da massa específica corresponde à eliminação de ar dos

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



vazios. Há, portanto, para a energia aplicada, um certo teor de umidade, denominado umidade ótima, que conduz a uma massa específica máxima, ou uma densidade máxima.

#### 18.3.2.4.3.3.3 - ENSAIO NORMAL DE COMPACTAÇÃO

O ensaio de Proctor foi padronizado no Brasil pela ABNT (NBR 7.182/86). Em última revisão, esta norma apresenta diversas alternativas para a realização do ensaio. Descreveremos inicialmente, nos seus aspectos principais, aquela que corresponde ao ensaio original e que ainda é a mais empregada.

A amostra deve ser previamente seca ao ar e destorroada. Inicia-se o ensaio, acrescentando-se água até que o solo fique com cerca de 5% de umidade abaixo da umidade ótima. Não é tão difícil perceber isto, como poderia parecer à primeira vista. Ao se manusear um solo, percebe-se uma umidade relativa que depende dos limites de liquidez e de plasticidade.

1. Uma porção do solo é colocada num cilindro padrão (10cm de diâmetro, altura de 12,73cm, volume de 1.000cm<sup>3</sup>) e submetida a 26 golpes de um soquete com massa de 2,5Kg e caindo de 30,5cm, ver Figura 01. Anteriormente, o número de golpes era de 25; a alteração da norma para 26 foi feita para ajustar a energia de compactação ao valor de outras normas internacionais. Levando em conta que as dimensões do cilindro padronizado no Brasil são um pouco diferente das demais. A porção do solo compactado deve ocupar cerca de um terço da altura do cilindro. O processo é repetido mais duas vezes, atingindo-se uma altura um pouco superior à do cilindro, o que é possibilitado por um anel complementar. Acerta-se o volume raspando o excesso.
2. Determina-se a massa específica do corpo de prova obtido. Com uma amostra de seu interior, determina-se a umidade, Com estes dois valores, calcula-se a densidade seca. A amostra é destorroada, a umidade aumentada (cerca de 2%), nova compactação é feita, e novo par de valores umidade-densidade seca é obtido. A operação é repetida até que se perceba que a densidade, depois de ter subido, já tenha caído em duas ou três operações sucessivas. Note-se que, quando a densidade úmida se mantém constante em duas tentativas sucessivas, a densidade seca já caiu. Se o ensaio começou, de fato, com umidade 5% abaixo da ótima, e os acréscimos forem de 2% a cada tentativa, com 5 determinações o ensaio estará concluído (geralmente não são necessárias mais do que 6 determinações).

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PA

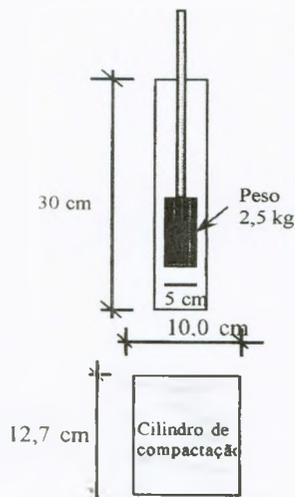


Figura 01: cilindro para ensaio de compactação

#### 18.3.2.4.3.3.4 - VALORES TÍPICOS

De maneira geral, os solos argilosos apresentam densidades secas baixas e umidade ótimas elevadas. Solos siltosos apresentam também valores baixos de densidade, freqüentemente com curvas de laboratório bem abatidas. As areias com pedregulhos, bem graduados e pouco argilosos, apresentam densidades secas máximas elevadas e umidades ótimas baixas.

#### 18.3.2.4.3.3.5 - METODOS ALTERNATIVOS DE COMPACTAÇÃO

A norma Brasileira de ensaio de compactação prevê as seguintes alternativas de ensaio:

- Ensaio sem reuso do material: é utilizada uma amostra virgem para cada ponto da curva;
- Ensaio sem secagem previa do material: dificulta a homogeneização da umidade. Para alguns solos a influência da pré-secagem é considerável;
- Ensaio em solo com pedregulho: quando o solo tiver pedregulho a norma NBR 7.182/86 indica que a compactação seja feita num cilindro maior, com 15,24cm de diâmetro e 11,43 cm de altura, volume de 2.085 cm<sup>3</sup>. Neste caso o solo é compactado em cinco camadas, aplicando-se 12 golpes por camada, com um soquete mais pesado e com maior altura de queda do que o anterior (massa de 4,536 kg e altura de queda de 47,5 cm).



#### - Ensaio Proctor Normal

O ensaio Proctor Normal utiliza o cilindro de 10 cm de diâmetro, altura de 12,73cm e volume de 1.000cm<sup>3</sup> é submetida a 26 golpes de um soquete com massa de 2,5Kg e caindo de 30,5cm. Corresponde ao efeito de compactação com os equipamentos convencionais de campo.

#### - Ensaio Modificado

O ensaio Modificado utiliza o cilindro de 15,24 cm de diâmetro, 11,43 cm de altura, 2.085 cm<sup>3</sup> de volume, peso do soquete de 4,536 kg e altura de queda de 45,7 cm aplicando-se 55 golpes por camada. É utilizado nas camadas mais importantes do pavimento, para os quais a melhoria das propriedades do solo, justifica o emprego de uma maior energia de compactação.

#### - Ensaio Intermediário

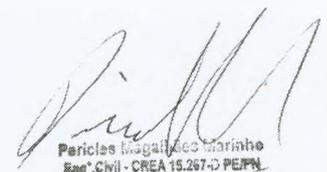
O ensaio denominado Intermediário difere do modificado só pelo número de golpes por camada que corresponde a 26 golpes por camada, sendo aplicado nas camadas intermediárias do pavimento.

#### 18.3.2.4.3.3.6 - EQUIPAMENTOS DE CAMPO

Os princípios que estabelecem a compactação dos solos no campo são essencialmente os mesmos discutidos anteriormente para os ensaios em laboratórios. Assim, os valores de peso específico seco máximo obtidos são fundamentalmente função do tipo do solo, da quantidade de água utilizada e da energia específica aplicada pelo equipamento que será utilizado, a qual depende do tipo e peso do equipamento e do número de passadas sucessivas aplicadas.

A energia de compactação no campo pode ser aplicada, como em laboratório, de três maneiras diferentes: por meios de esforços de pressão, impacto, vibração ou por uma combinação destes. Os processos de compactação de campo geralmente combinam a vibração com a pressão, já que a vibração utilizada isoladamente se mostra pouco eficiente, sendo a pressão necessária para diminuir, com maior eficácia, o volume de vazios interpartículas do solo.

Os equipamentos de compactação são divididos em três categorias: os soquetes mecânicos; os rolos estáticos e os rolos vibratórios.



Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PL

#### - Soquetes

São compactadores de impacto utilizados em locais de difícil acesso para os rolos compressores, como em valas, trincheiras, etc. Possuem peso mínimo de 15Kgf, podendo ser manuais ou mecânicos (sapos). A camada compactada deve ter 10 a 15cm para o caso dos solos finos e em torno de 15cm para o caso dos solos grossos.

#### - Rolos Estáticos

Os rolos estáticos compreendem os rolos pé-de-carneiro, os rolos lisos de roda de aço e os rolos pneumáticos.

#### - Pé-de-Carneiro

Os rolos pé-de-carneiro são constituídos por cilindros metálicos com protuberâncias (patas) solidarizadas, em forma tronco-cônica e com altura de aproximadamente de 20cm. Podem ser alto propulsivos ou arrastados por trator. É indicado na compactação de outros tipos de solo que não a areia e promove um grande entrosamento entre as camadas compactadas.

A camada compactada possui geralmente 15cm, com número de passadas variando entre 4 e 6 para solos finos e de 6 e 8 para solos grossos. A Figura 05 ilustra um rolo compactador do tipo pé-de-carneiro.

As características que afetam a performance dos rolos pé-de-carneiro são a pressão de contato, a área de contato de cada pé, o número de passadas por cobertura e estes elementos dependem do peso total do rolo, o número de pés em contato com o solo e do número de pés por tambor.

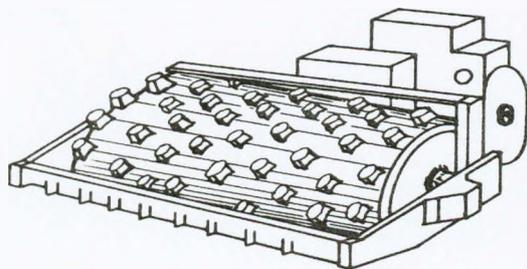


Figura 02: Rolo Pé-de-Carneiro



#### - Rolo Liso

Trata-se de um cilindro oco de aço, podendo ser preenchido por areia úmida ou água, a fim de que seja aumentada a pressão aplicada. São usados em bases de estradas, em capeamentos e são indicados para solos arenosos, pedregulhos e pedra britada, lançados em espessuras inferiores a 15cm.

Este tipo de rolo compacta bem camadas finas de 5 a 15cm com 4 a 5 passadas. Os rolos lisos possuem pesos de 1 a 20t e frequentemente são utilizados para o acabamento superficial das camadas compactadas. Para a compactação de solos finos utilizam-se rolos com três rodas com pesos em torno de 7t para materiais de baixa plasticidade e 10t, para materiais de alta plasticidade. A Figura 06 ilustra um rolo compactador do tipo liso.

Os rolos lisos possuem certas desvantagens como, pequena área de contato e em solos mole afunda demasiadamente dificultando a tração.

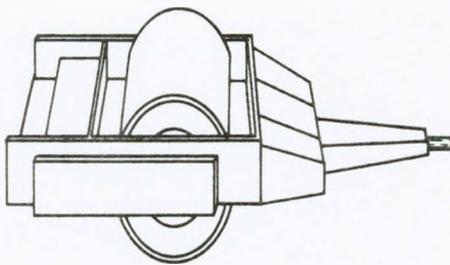


Figura 03: Rolo Liso

#### - Rolo Pneumático

Os rolos pneumáticos são eficientes na compactação de capas asfálticas, bases e subbases de estradas e indicados para solos de granulação fina e arenosa. Os rolos pneumáticos podem ser utilizados em camadas de até 40 cm e possuem área de contato variável, função da pressão nos pneus e do peso do equipamento.

Pode-se usar rolos com cargas elevadas obtendo-se bons resultados. Neste caso, muito cuidado deve ser tomado no sentido de se evitar a ruptura do solo. A Figura 07 ilustra um rolo pneumático

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.247-D PEPA

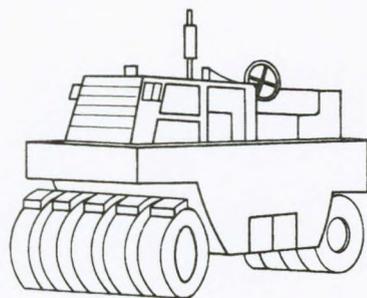


Figura 04: Rolo Pneumático

#### - Rolos Vibratórios

Nos rolos vibratórios, a frequência da vibração influi de maneira extraordinária no processo de compactação do solo. São utilizados eficientemente na compactação de solos granulares (areias), onde os rolos pneumáticos ou pé-de-carneiro não atuam com eficiência. Este tipo de rolo quando não são usados corretamente produzem super compactação. A espessura máxima da camada é de 15cm. O rolo vibratório pode ser visto na figura 08.

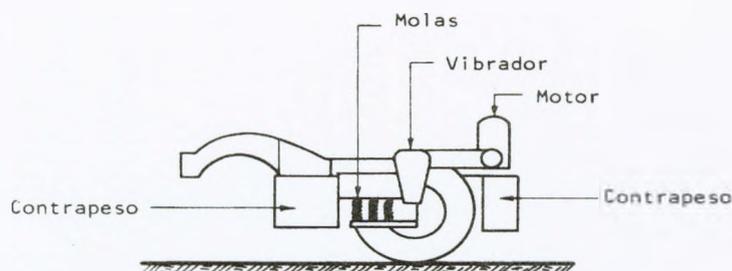


Figura 5: Rolo Vibratório

#### 18.3.2.4.3.3.7 - EQUIPAMENTOS DE COMPACTAÇÃO

##### Solos Coesivos

Nos solos coesivos há uma parcela preponderante de partículas finas e muito finas (silte e argila), nas quais as forças de coesão desempenham papel muito importante, sendo indicado a utilização de rolos pé-de-carneiro e os rolos conjugados.

Pericles Magalhães Marinho  
Eng.º Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



### **Solos Granulares**

Nos solos granulares há pouca ou nenhuma coesão entre os grãos existindo, entretanto atrito interno entre os grãos existindo, entretanto atrito interno entre eles, sendo indicado a utilização rolo liso vibratório.

### **Mistura de Solos**

Nos solos misturados encontra-se materiais coesivos e granulares em porções diversas, não apresenta característica típica nem de solo coesivo nem de solo granular, sendo indicado a utilização de pé-de-carneiro vibratório

### **Mistura de argila, silte e areia**

Rolo pneumático com rodas oscilantes.

### **Qualquer tipo de solo**

Rolo pneumático pesado, com pneus de grande diâmetro e largura.

### **18.3.2.4.3.3.8 - CONTROLE DE COMPACTAÇÃO**

Para que se possa efetuar um bom controle de compactação do solo em campo, temos que atentar para os seguintes aspectos:

1. tipo de solo;
2. espessura da camada;
3. entrosamento entre as camadas;
4. número de passadas;
5. tipo de equipamento;
6. umidade do solo;
7. grau de compactação alcançado.

Assim alguns cuidados devem ser tomados:

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D PE/PA



- A espessura da camada lançada não deve exceder a 30cm, sendo que a espessura da camada compactada deverá ser menor que 20cm.
- Deve-se realizar a manutenção da umidade do solo o mais próximo possível da umidade ótima.
- Deve-se garantir a homogeneização do solo a ser lançado, tanto no que se refere à umidade quanto ao material.

Na prática, o procedimento usual de controle de compactação é o seguinte:

1. Coletam-se amostras de solo da área de empréstimo e efetua-se em laboratório o ensaio de compactação. Obtêm-se a curva de compactação e daí os valores de peso específico seco máximo e o teor de umidade ótimo do solo.
2. No campo, à proporção em que o aterro for sendo executado, deve-se verificar, para cada camada compactada, qual o teor de umidade empregado e compará-lo com a umidade ótima determinada em laboratório. Este valor deve atender a seguinte especificação:  $w_{campo} - 2\% < W_{ótima} < w_{campo} + 2\%$ .
3. Determina-se também o peso específico seco do solo no campo, comparando-o com o obtido no laboratório. Define-se então o grau de compactação do solo, dado pela razão entre os pesos específicos secos de campo e de laboratório ( $GC = \gamma_d \text{ campo} / \gamma_{d\text{máx}} \times 100$ ). Deve-se obter sempre valores de grau de compactação superiores a 95%.
4. Caso estas especificações não sejam atendidas, o solo terá de ser revolvido, e uma nova compactação deverá ser efetuada. (Fonte: Trabalho - UFSC)

#### **18.3.2.4.3.2 - TRANSPORTE**

O transporte de solos deverá ser realizado em caminhões basculantes cap. 6,000m<sup>3</sup> ou 12,000m<sup>3</sup>.

#### **18.3.3 - OBRAS D'ARTES CORRENTES**

##### **18.3.3.1 - GENERALIDADES**

Os materiais empregados deverão ser primeira qualidade, obedecendo todas as normas em vigor, em especial a NBR 9794 e NBR 8890, bem como as presentes especificações.

O concreto empregado deverá fornecer aos 28 dias um fck mínimo de 20Mpa.

Pericles Rogério de Azevedo  
Eng. Civil - CREA 15.347-0/PEPIL



Os tubos serão do tipo ponta e bolsa, rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3.

#### **18.3.3.2 - ESCAVAÇÃO**

As escavações serão realizadas até a cota de apoio do berço, com folga de 20cm nas laterais para colocação das formas.

#### **18.3.3.3 - BERÇO**

O berço será executado em alvenaria de pedra rejuntada revestida com argamassa de cimento e areia, no traço 1:4, com dimensão de  $(D + 2n')$ m x L(m).

#### **18.3.3.4 - CORPO DO BUEIRO**

Será executado em tubos de concreto pré-moldado de:  $d=0,6m$ ,  $esp.=0,06m$  e  $d=1,0m$   $esp.=0,10m$ (simples, duplo e triplo) com classificação PA2 e em alvenaria com bocas de 2(2,0x2,0)m 3(2,0x2,0)m.

##### 18.3.3.4.1 Materiais

###### 18.3.3.4.1.1 Concreto

A escolha dos materiais para a produção do concreto destinado à fabricação dos tubos deve considerar a agressividade do meio, interno e externo, onde serão instalados os tubos.

###### 18.3.3.4.1.1.1 Traço do concreto

A relação água/cimento, expressa em litros de água por quilograma de cimento, deve ser no máximo de 0,50 para tubos destinados a águas pluviais e no máximo de 0,45 para tubos destinados a esgotos sanitários, com consumos de cimento de acordo com a ABNT NBR 12655.

###### 18.3.3.4.1.1.2 Cimento

Nos tubos destinados a águas pluviais pode ser utilizado qualquer tipo de cimento Portland, de acordo com as ABNT NBR 5732, ABNT NBR 5733, ABNT NBR 5735, ABNT NBR 5736, ABNT NBR 5737, ABNT NBR 11578 e ABNT NBR 12989, exceto no caso de comprovada agressividade do meio externo ao concreto, onde deve ser feita uma avaliação do grau e tipo de agressividade para definição dos parâmetros de produção do concreto. Nos tubos destinados a esgoto sanitário, deve ser utilizado cimento resistente a sulfato, conforme ABNT NBR 5737.

###### 18.3.3.4.1.1.3 Agregados

Os agregados devem atender às exigências da ABNT NBR 7211, sendo sua dimensão máxima característica limitada ao menor valor entre um terço da espessura da parede do tubo e o cobrimento mínimo da armadura. No caso de tubos reforçados exclusivamente com fibras de aço, os agregados devem ter sua dimensão máxima característica limitada a um terço da espessura de parede do tubo.

###### 18.3.3.4.1.1.4 Água A água deve atender aos requisitos da NM 137.

###### 18.3.3.4.1.1.5 Aditivos

Os aditivos utilizados no concreto devem atender ao disposto na ABNT NBR 11768 e o teor de íon cloro no concreto não deve ser maior que 0,15 %, determinado conforme ASTM C 1218.

Pericles Rogério Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



#### 18.3.3.5- BOCA DO BUEIRO

Terá alas e muro de testa, executados em alvenaria de pedra rejuntada e revestida com argamassa de cimento e areia, no traço 1:4, com esconsidade igual a zero.

#### 18.3.4 - PROTEÇÃO AMBIENTAL

O impacto físico ao meio ambiente causado na execução de uma obra de recuperação de estradas, envolve uma área específica: os locais de onde são retirados os materiais.

A recuperação da estrada desenvolve-se obedecendo a projetos e especificações, nos quais se adotam medidas de proteção à obra acabada, tais como: drenagem lateral através de sulcos de modo que haja integração entre a obra e o meio ambiente o mais rápido possível.

Nos locais de retirada de materiais e caminhos de serviço adota-se as mesmas providências.

As áreas de retirada de materiais ou que sirvam de depósito de materiais, deverão receber o seguinte tratamento:

- Os taludes devem ficar regulares e estáveis;
- Reutilizar as terras vegetais provenientes de expurgos nas áreas exploradas;
- Favorecer o livre escoamento das águas, evitando poças;
- Plantar espécies vegetais da região com segurança de sua vitalidade.

O desmatamento deverá restringir-se aos locais de empréstimos de materiais.

(Fonte: Aula de Mecânica dos Solos 1 - Professora Agda - Curso Eng. Civil - UFPR)

Pericles Magalhães Marinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA



19 - CUBAÇÃO

Pericles Magalhães Morinho  
Eng. Civil - CREA 15.267-D/PE/PA