



Relatório

Condomínio Verde

Relatório de
Pavimentação.

Junho/2017

03	Revisão	06/2017			
02	Revisão	03/2017			
01	Emissão inicial	10/2016			
Nº	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO
R E V I S Õ E S					

 Empreendimentos Sustentáveis		PROJETO Condomínio Verde	
VISTO		LOCALIZAÇÃO Estrada do Sol, Km 7 – Jardim Botânico	
APROVO		ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE Pavimentação Intertravado	
AUTOR DO DOCUMENTO / CREA/CAU Arlindo Verzeznassi Filho / CREA: 5060497290/D-SP			
RESPONSÁVEL TÉCNICO / CREA/CAU Lucio Mário Lopes Rodrigues / CREA: 8378/D-DF			
ETAPA DE PROJETO EXECUTIVO	TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO Relatório de Pavimentação		DATA <i>Junho/2017</i>
	CODIFICAÇÃO		REVISÃO R3

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Descrição do empreendimento.....	1
2	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO.....	3
2.1	Classificação das Vias	3
2.2	Estudo Geotécnico do Subleito.....	6
2.2.1	Ensaaios Geotécnicos	6
2.2.2	Cálculo do CBR de projeto.....	9
2.3	Definição dos Parâmetros de Projeto.....	11
2.3.1	Coeficientes de Equivalência Estrutural (k)	11
2.4	Estrutura do Pavimento e Métodos de Cálculo para Pavimentos Intertravados	12
2.4.1	Pressupostos do Dimensionamento	15
2.4.2	Espessuras das Camadas Pavimento Intertravado - Procedimento A	16
2.5	Análise do Pavimento Existente	18
2.5.1	Descrição dos principais defeitos do pavimento	19
2.5.2	Problemas encontrado na área do projeto e correções.....	27
3	CONCLUSÕES	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	30
	ANEXO I – PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS	31
	ANEXO II – PLANTA DE ANÁLISE DO PAVIMENTO EXISTENTE	32
	ANEXO III – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS	33
	ANEXO IV – SEÇÃO TÍPICA DO PAVIMENTO PROJETADO.....	34
	ANEXO V – ENSAIOS GEOTÉCNICOS.....	35
	ANEXO VI – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Condomínio Verde.....	2
Figura 2: Ábaco de dimensionamento para vias de tráfego leve intertravado espessura necessária da sub-base.	13
Figura 3:Espessura da Base Cimentada em Função do Número “N”	14
Figura 4:Espessura necessária de base puramente granular (HBG) – Procedimento B	14
Figura 5:Defeitos no revestimento asfáltico de um pavimento	20
Figura 6:Desgaste e polimento dos agregados do revestimento.....	21
Figura 7:Desagregação do agregado do pavimento asfáltico	22
Figura 8:Desagregação do agregado no pavimento.....	22
Figura 9:Exsudação do ligante no revestimento.....	23
Figura 10:Exsudação do ligante no revestimento.....	23
Figura 11:Trincas do tipo “couro de jacaré” (interligadas)	24
Figura 12:Trincas isoladas no revestimento asfáltico.....	24
Figura 13:Deformação plástica com trilho de roda	25
Figura 14:Buraco no pavimento	26
Figura 15 :Desagregação do agregado no pavimento e painelas.....	27
Figura 16:Desagregação do agregado no pavimento e painelas	28
Figura 17 : Desnível máximo permitido para o pavimento intertravado.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação das vias e parâmetros de tráfego.	5
Tabela 2: Resumo dos ensaios.....	8
Tabela 3: Valores "t" de Student para este nível de confiança.	9
Tabela 4: Coeficientes de equivalência estrutural.	11
Tabela 5: Prioridade (p) de utilização dos procedimentos de dimensionamento	15
Tabela 6: Espessura e Resistência dos Blocos de Revestimento.....	15
Tabela 7: Resumo das espessuras dos pavimentos para o tráfego leve.....	17
Tabela 8: Resumo das espessuras dos pavimentos para o tráfego leve	18
Tabela 9: Análise do Pavimento	18

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório aborda o estudo do projeto de pavimentação a ser implantado no Condomínio Verde, elaborado dentro das melhores técnicas e completamente normatizado.

Este relatório foi desenvolvido tendo em vista as seguintes normas para a pavimentação:

- IP-01 PMSP – Instrução Geotécnica;
- IP-02 PMSP – Classificação das Vias;
- ES-05 – Sub-Base ou Base de Brita Graduada;
- ES-08 – Base Estabilizada Granulometricamente com Utilização de Cascalho Laterítico;
- ES-14 – Regularização e Compactação do Sub-Leito;
- IP-06/2004 - PMSP Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto;
- DNIT 167/2013-ES Pavimentação – Reciclagem de pavimentos “in situ” com adição de cimento Portland – Especificação de Serviço;
- ABNT NBR 15953 – Pavimento Intertravado com Peças de Concreto – Execução.

1.1 Descrição do empreendimento

O empreendimento em questão é um parcelamento de solo urbano, denominado de Condomínio Verde, localizado na Região Administrativa Jardim Botânico (RA XXVII).

Seu acesso se dá pela Estrada do Sol percorrendo por essa aproximadamente 7 quilômetros. A Estrada do Sol está situada na margem direita da rodovia DF-001, sentido São Sebastião-Brasília no Km 29, a 1.8 km do balão da ESAF. A propriedade do condomínio é uma gleba desmembrada da antiga fazenda Taboquinha, bacia do rio São Bartolomeu, sub-bacia Taboca. Pertencente à Cooperativa Habitacional dos Profissionais de Comunicação do Distrito Federal – COOHAJ – DF, este condomínio, com área de aproximadamente 124,0 hectares, situa-se na parte final da Estrada do Sol. Ao Norte faz divisa com o Condomínio Belvedere Green, definido por um curso de água intermitente, a oeste com o Condomínio Ouro Vermelho, cujo limite se dá também por um curso d’água intermitente denominado córrego da Cerca, a sul com a fazenda Taboquinha cuja divisa é um muro, e a Leste com a fazenda Taboquinha cujos limites representam um curso d’água intermitente e o perene denominado córrego da Cerca.

O transito no local é tipicamente dos próprios moradores ou de pessoas diretamente ligadas à esses.

O empreendimento, em praticamente sua totalidade, é composto por residências unifamiliares, com baixíssima verticalização. As residências edificadas no empreendimento possuem, em sua maioria, taxas de construção (impermeabilização do solo) de aproximadamente 60%, sendo os outros 40% mantidos como áreas permeáveis recobertas por gramíneas de baixo porte.

Com a característica anteriormente aventada, a estrutura viária do local é de características tipicamente local, com vias de baixo fluxo. Muitas vias existentes do empreendimento possui pavimentos intertravados e flexíveis.

Como pode ser suposto pela descrição realizada, o empreendimento já encontra-se em pleno funcionamento, com moradores que vivem no local. Com isso antes de qualquer consideração acerca do projeto, foi vital a realização de inspeção preliminar.

A priori identificou-se que o greide das vias do empreendimento seguiu, as ondulações do terreno¹ *greide colado*.

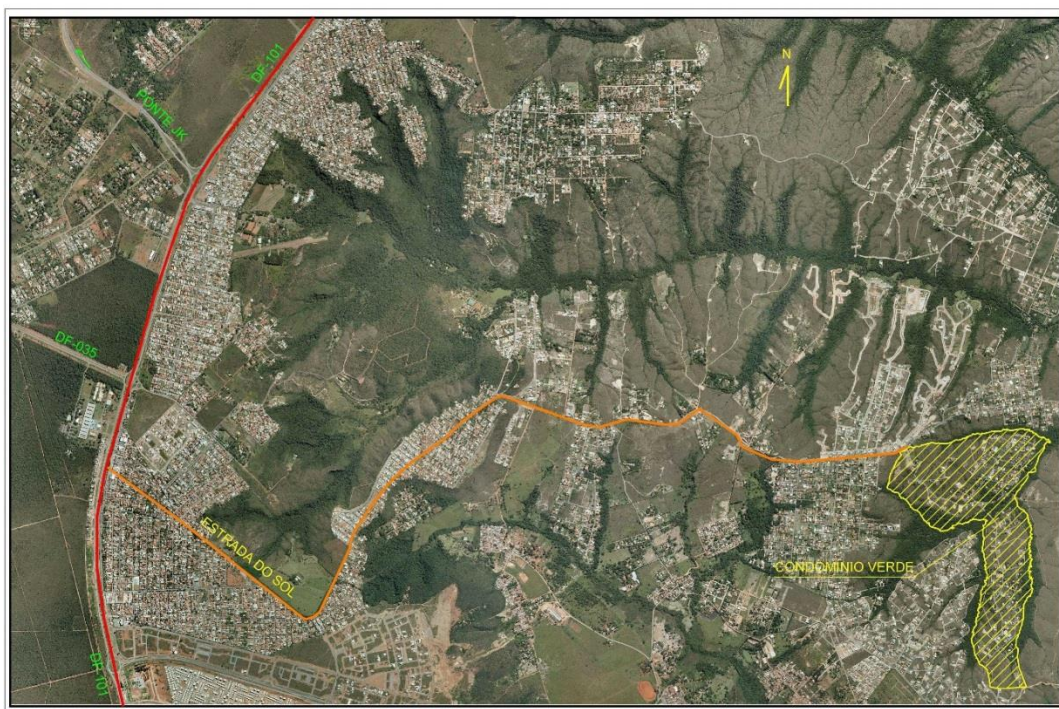


Figura 1: Localização do Condomínio Verde
Fonte: ARIA

¹ A metodologia na qual as vias seguem a ondulação natural chama-se, comumente, *greide colado*, justamente por se aproveitar dessa ondulação do terreno para conformar verticalmente as vias. Em geral, essa metodologia é utilizada em locais onde não foram realizados projeto geométricos, na tentativa de reduzir os volumes de corte e aterro.

2 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

O pavimento é uma estrutura constituída por diversas camadas superpostas, de materiais diferentes, construída sobre o subleito, destinada a resistir e distribuir ao subleito simultaneamente esforços horizontais e verticais, bem como melhorar as condições de segurança e conforto ao usuário. O dimensionamento de um pavimento consiste na determinação das camadas de reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, de forma que essas camadas sejam suficientes para resistir, transmitir e distribuir as pressões resultantes da passagem dos veículos ao subleito, sem que o conjunto sofra ruptura, deformações apreciáveis ou desgaste superficial excessivo.

2.1 Classificação das Vias

A classificação das vias permite a adequada estimativa de solicitações de veículos a que a via estará submetida em seu período de vida útil. Na presente classificação foi considerada a carga máxima legal no Brasil, que é de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100kN/ESRD).

O tráfego e as cargas solicitantes na via a ser pavimentada deverão ser caracterizados de forma a instruir a aplicação dos métodos adotados. O parâmetro "N" constitui o valor final representativo dos esforços transmitidos à estrutura, na interface pneu/pavimento. O valor de "N" indica o número de solicitações previstas no período operacional do pavimento, por um eixo traseiro simples, de rodagem dupla, com 80 kN, conforme o Método do Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA.

A previsão do valor final de "N" deve tomar como base contagens classificatórias, para utilização dos tipos de tráfego abaixo relacionados.

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas, para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com tráfego previsto para as mesmas, nos seguintes tipos:

Tráfego Leve - Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos.

Tráfego Médio - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões e ônibus em número de 21 a 100 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^5 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

Tráfego Meio Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número 101 a 300 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^6 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 10 anos.

Tráfego Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 301 a 1000 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 2×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de projeto de 10 anos a 12 anos.

Tráfego Muito Pesado - Ruas ou avenidas para as quais é prevista a passagem de caminhões ou ônibus em número de 1001 a 2000 por dia, na faixa de tráfego mais solicitada, caracterizada por número "N" típico superior a 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

Faixa Exclusiva de Ônibus - Vias para as quais é prevista, quase que exclusivamente, a passagem de ônibus e veículos comerciais (em número reduzido), podendo ser classificadas em:

- **Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Médio** - onde é prevista a passagem de ônibus em número não superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.
- **Faixa Exclusiva de Ônibus com Volume Elevado** - onde é prevista a passagem de ônibus em número superior a 500 por dia, na faixa "exclusiva" de tráfego, caracterizado por número "N" típico de 5×10^7 solicitações do eixo simples padrão (80 kN) para o período de 12 anos.

Tabela 1: Classificação das vias e parâmetros de tráfego.
Fonte: IP-04 Dimensionamento Leve e Médio - PMSP

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 $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Vias Coletoras e Estruturais	MEIO PESADO	10	1501 a 5000	101 a 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
	PESADO	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 a 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		3×10^6 ⁽¹⁾	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Segundo o IP-02 PMSP Classificação das Vias:

N = valor obtido com uma taxa de crescimento de 5% ao ano, durante o período de projeto;

Vo = Volume diário de ônibus e caminhões;

e = fator equivalente por classe de via.

Notas:

(1) Majorado em função do tráfego (excesso de frenagem e partidas)

(2) Números de solicitações adotadas:

$$N = 365 \times 10 \times Vo \times 1,25 \times e = 4560.Vo.e \quad \dots(1)$$

$$N = 365 \times 12 \times Vo \times 1,30 \times e = 5690.Vo.e \quad \dots(2)$$

Considerando somente o volume de caminhões e ônibus e taxa de crescimento de 5% a.a.

(3) Equivalente expresso em nº de solicitações do eixo padrão de 82 kN (equivalência do DNIT).

(4) O período de projeto adotado é de 10 anos.

Para o Condomínio Verde serão adotados valores específicos extraídos da tabela 1 de classificação das vias e parâmetros de tráfego IP-02 da Prefeitura de São Paulo.

Também serão adotadas as seguintes premissas para o referido projeto:

- A seção tipo das vias terá caimento de 2% para os bordos;
- O greide de projeto será lançado, preferencialmente, colado no leito existente;
- Quando for observada a existência de entulhos e/ou depósito de lixo a uma profundidade inferior a 1,0 metro do greide da via, será efetuado um dimensionamento de pavimento, levando-se em consideração a troca desta camada por uma de reforço com material a ser especificado neste relatório;

- Para os locais onde o greide da terraplenagem está acima do terreno natural, dever-se-á utilizar material de aterro com $\text{CBR} \geq 8,0\%$ com compactação $\geq 100\%$ do Proctor Normal;
- Para esse estudo optou-se para o pavimento novo o tipo intertravado, pois é uma estrutura que demanda menor custo de manutenção e também porque no condomínio muitas vias já possui este pavimento.

Quanto ao estudo de tráfego, as vias foram classificadas de acordo com o tráfego previsto para os locais e em função do aumento da demanda. A classificação das vias foi definida pelo projeto urbanístico, levando em consideração o desenvolvimento da área de projeto e regiões do entorno. A planta em anexo apresenta a classificação das vias para o local do projeto.

Para o condomínio Verde foi adotado para as vias a função predominante de Via Local, Tráfego previsto Leve com N característico de 10^5 .

2.2 Estudo Geotécnico do Subleito

A construção de um pavimento exige o conhecimento não só dos materiais constituintes das camadas deste, mas também dos materiais constituintes do subleito e daqueles que possam interferir na construção de drenos, acostamentos, cortes e aterros.

Os serviços geotécnicos foram desenvolvidos e divididos basicamente em serviços de campo e de escritório. Todos os serviços foram executados segundo procedimentos normatizados, obedecendo-se a seguinte ordem:

- Especificações NOVACAP
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo;
- Métodos de Ensaio/DNER.

2.2.1 Ensaios Geotécnicos

Os ensaios foram feitos, principalmente, para avaliar os materiais entre 0,0 e 1,5 metro, abaixo do greide de fundação do pavimento. Visando caracterizar esses materiais, foram realizados os seguintes ensaios geotécnicos: identificação tátil – visual incluindo a textura e a

cor de cada camada em campo. Em laboratório os ensaios de compactação, Índice de Suporte Califórnia (I.S.C.), expansão, granulometria, umidade, limites de liquidez e plasticidade. Juntamente com os ensaios CBRs foram executados ensaios de Caracterização do Solo (CS) e ensaios para Caracterização do Pavimento (CP) os quais ajudaram a identificar e classificar os solos do subleito e a estrutura do pavimento.

Os resultados apresentados na Tabela 2 é um resumo das planilhas dos ensaios executados em laboratório e que constam do estudo geotécnico em anexo. Também, observando os resultados apresentados nesta tabela, constatamos que o lençol freático não foi identificado. Além disso, as localizações dos pontos de sondagem é apresentado na planta no Anexo III - Localização dos Estudos Geotécnicos.

Tabela 2: Resumo dos ensaios
Fonte: ARIA

FURO	DESCRICAÇÃO	N.A	E	N	UMID. OTIMA Porc	DEN. MAXI. COMPACTADA	EXP Porc	ISC Porc	PEDREGULHO	AREIA GROSSA	AREIA FINA	ARGILA SILTE	PASSA P. 10	PASSA P. 40	PASSA P. 200	LL	LP	IP	IG	HRB GRUPO	UNIFICA DA
1	CBR-01	-	204353,40	8243440,35	16,00	1789	1,03	7,20	30,65	6,25	4,35	58,75	69,35	63,10	58,75	34,80	23,90	10,90	5	A - 4	ML
2	CBR-02	-	204490,25	8243441,20	15,40	1754	0,77	8,70	2,02	13,54	13,57	70,87	97,98	84,44	70,87	33,90	22,80	11,20	8	A - 6	CL
3	CBR-04	-	204715,19	8243397,61	20,90	1710	0,28	12,20	35,60	7,19	21,39	35,83	64,40	57,21	35,83	33,80	24,30	9,50	0	A - 2- 4	GM
4	CBR-05	-	204754,55	8242940,00	18,60	1721	0,32	7,00	15,84	8,30	5,67	70,20	84,16	75,86	70,20	34,10	21,10	13,00	8	A - 6	CL
5	CBR-06	-	204997,23	8243246,43	19,20	1658	0,44	7,40	13,80	8,45	15,06	62,69	86,20	77,75	62,69	37,60	26,50	11,10	6	A - 6	CL
6	CBR-07	-	205203,82	824319291,00	18,90	1677	0,54	7,20	24,98	6,39	7,39	61,24	75,02	68,63	61,24	37,50	28,30	9,20	5	A - 4	ML
7	CBR-08	-	205280,17	8243313,42	21,00	1403	1,19	5,20	3,71	7,13	11,50	77,66	96,29	89,16	77,66	36,10	26,00	10,20	8	A - 4	ML
8	CBR-09	-	205368,50	8243498,61	22,40	1692	0,43	5,40	3,45	8,37	12,85	75,33	96,55	88,18	75,33	35,30	24,50	10,80	8	A - 4	ML
9	CBR-10	-	205195,33	8243550,87	19,90	1623	0,94	7,80	12,61	11,23	15,80	60,35	87,39	76,15	60,35	36,00	25,50	10,60	5	A - 4	ML
10	CBR-11	-	204890,96	8243397,37	15,40	1880	0,04	21,00	49,75	10,41	5,15	34,69	50,25	39,84	34,69	36,50	27,40	9,10	0	A - 2- 4	GM
11	CBR-13	-	204995,58	8243547,44	17,30	1781	0,30	9,40	14,97	11,58	13,43	60,03	85,03	73,45	60,03	34,70	20,70	14,00	7	A - 6	CL
12	CBR-14	-	205070,59	8243060,68	24,00	1532	0,72	6,90	10,55	11,15	14,10	64,20	89,45	78,30	64,20	39,00	25,70	13,40	7	A - 6	CL
13	CBR-15	-	205005,39	8242962,14	22,70	1590	0,26	8,70	10,20	5,70	5,79	78,31	89,80	84,10	78,31	41,60	31,50	10,10	8	A - 5	ML
14	CBR-16	-	205234,02	8242947,76	18,30	1718	0,45	11,00	32,15	10,86	8,83	48,15	67,85	56,99	48,15	33,20	24,90	8,20	3	A - 4	ML
15	CBR-17	-	205244,99	8242752,99	22,00	1570	0,71	8,30	12,84	9,97	10,95	66,24	87,16	77,20	66,24	38,20	26,20	12,00	7	A - 4	ML
16	CBR-18	-	205308,46	8242631,12	16,70	1757	0,24	8,00	25,63	13,56	7,59	53,22	74,37	60,81	53,22	32,20	24,90	7,20	4	A - 6	CL
17	CBR-20	-	205019,90	8242591,14	17,30	1757	0,17	13,30	18,84	9,04	5,49	66,63	81,16	72,12	66,63	36,90	27,60	9,30	6	A - 4	ML
18	CBR-21	-	204402,15	8243273,68	18,70	1726	0,44	10,80	33,00	9,98	15,91	41,11	67,00	57,02	41,11	33,90	22,80	11,00	1	A - 6	CL
19	CBR-22	-	204525,33	8243076,76	14,60	1728	0,23	9,30	36,40	12,46	9,67	41,47	63,60	51,14	41,47	31,20	24,10	7,10	1	A - 4	ML
20	CBR-24	-	204881,99	8243048,55	21,20	1608	1,13	7,10	12,83	11,01	11,14	65,03	87,17	76,16	65,03	38,50	25,00	13,50	7	A - 6	CL
21	CBR-25	-	205077,55	8242790,02	18,00	1752	1,28	7,30	28,66	17,84	6,77	46,73	71,34	53,50	46,73	33,90	25,90	8,00	2	A - 4	ML
22	CBR-26	-	205125,61	8242372,71	13,40	1727	0,20	10,00	47,33	14,50	8,58	29,59	52,67	38,17	29,59	24,50	19,70	4,80	0	A - 2- 4	GM
23	CBR-28	-	205181,89	8242223,20	14,30	1720	0,26	12,00	40,19	9,97	7,86	41,99	59,81	49,85	41,99	32,20	22,20	10,00	1	A - 4	ML
24	CBR-30	-	205312,28	8242278,07	18,00	1682	0,34	11,20	30,32	7,36	17,95	44,36	69,68	62,31	44,36	34,50	24,60	9,80	2	A - 4	ML
25	CBR-31	-	205187,55	8241923,29	24,50	1610	0,56	7,50	14,61	9,50	10,83	65,06	82,50	75,89	65,06	38,80	26,20	12,70	7	A - 6	CL
26	CBR-32	-	205187,61	8241748,55	19,60	1699	0,44	8,40	17,93	10,78	14,25	57,03	82,07	71,29	57,03	36,40	25,80	10,50	5	A - 4	ML
27	CBR-34	-	205036,98	8242013,05	22,10	1643	0,64	7,70	14,86	9,97	15,78	59,40	85,14	75,17	59,40	37,60	25,40	12,20	6	A - 6	CL

2.2.2 Cálculo do CBR de projeto

De posse dos dados geotécnicos, os resultados dos ensaios de CBR, para fins de dimensionamento do pavimento, foram tratados estatisticamente. Assim, considerando-se que os dados seguem uma distribuição normal, utilizamos o plano de amostragem usado pela IP-03 - Instrução Geotécnica da Prefeitura Municipal de São Paulo e IP-06 – Dimensionamento de Pavimentos com Blocos Intertravados de Concreto de São Paulo, para a análise estatística dos resultados dos ensaios, como segue abaixo:

Para garantir que o CBR de projeto (CBRp) apresente 90% de nível de confiança, tem-se:

$$CBRp = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} \quad \dots(3)$$

$$\text{Onde: } \overline{CBR} = \frac{\sum CBR_i}{n} \text{ e } S = \sqrt{\frac{\sum (CBR_i - \overline{CBR})^2}{n-1}} \quad \dots(4)$$

Onde:

CBR = CBR Médio;

S = desvio Padrão;

T 0,90 = valores de *student*;

n = número de amostras.

A tabela abaixo mostra os valores “t” de *Student* para diversos níveis de confiança.

Tabela 3: Valores "t" de Student para este nível de confiança.
Fonte: Teste de Hipóteses

n	P(t _n ≤ v)							
	0,600	0,750	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995	0,9995
1	0,325	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,289	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,277	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,271	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,267	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,265	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,263	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,262	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,261	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,260	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,260	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,259	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,259	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,258	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,258	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,258	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,257	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,257	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,257	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,257	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,257	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,256	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,256	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,256	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,256	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,256	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,256	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,256	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,256	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,256	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,255	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,254	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,254	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,253	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

Chamando $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$, os valores individuais de qualquer uma das características citadas, tem-se:

$$X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma \quad \dots(5)$$

$$X_{\min} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma \quad \dots(6)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad \dots(7)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} \quad \dots(8)$$

Onde:

N = Número de amostras;

X = valor individual;

$\bar{X}$ = média aritmética;

σ = desvio padrão;

$X_{\min}$ = valor mínimo provável, estatisticamente;

$X_{\max}$ = valor máximo provável, estatisticamente;

$N > 9$ (número de determinações feitas);

$N = 27$ (vinte e sete) amostras.

$$CBR_p = \overline{CBR} - \frac{S \times t_{0,90}}{\sqrt{n}} = 8,32 \quad \dots(9)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} = 9,11 \quad \dots(10)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N-1}} = 3,12 \quad \dots(11)$$

$$X_{\max} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma = 12,01 \quad \dots(12)$$

$$X_{\min} = \bar{X} + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma = 6,21 \quad \dots(13)$$

Portanto, para a área de projeto teremos dois CBRs de projeto:

- Pavimento tipo 1 – 25 amostras;
- Pavimento tipo 2 – 2 amostras.

Assim, utilizando as formulações e realizando os cálculos temos para o Pavimento Tipo-1 $CBR_{Projeto}$ 8% e para o Pavimento Tipo-2 $CBR_{Projeto}$ 5% ou seja arredondando o valor encontrado da análise estatística da tabela 2.

2.3 Definição dos Parâmetros de Projeto

A incidência total do tráfego no período de projeto expressada pelo número “N” de solicitações do eixo padrão simples de 10 t foi adotada, conforme exposto anteriormente na Tabela 1.

- Via Local Residencial, $N_{\text{característico}} = 10^5$ (Tráfego Leve)

2.3.1 Coeficientes de Equivalência Estrutural (k)

O coeficiente de equivalência estrutural de um material, definido como a relação entre as espessuras de uma base granular e de uma camada com material que apresenta o mesmo comportamento, foi determinado conforme os materiais previamente selecionados, mostrados na Tabela 4.

Tabela 4: Coeficientes de equivalência estrutural.

Fonte: IP-04 Dimensionamento Trafego Leve e Médio - PMSP

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / Binder	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

Os coeficientes de equivalência estrutural das principais camadas dos pavimentos foram designados genericamente por:

- K_R = coeficiente estrutural da camada de revestimento;
- K_B = coeficiente estrutural da camada de base;
- K_S = coeficiente estrutural da camada de sub-base;
- K_{ref} = coeficiente estrutural da camada de reforço.

2.4 Estrutura do Pavimento e Métodos de Cálculo para Pavimentos Intertravados

Em visita “in loco” foi constatado que uma grande parte do condomínio já possui pavimento intertravado, o qual possibilita boa infiltração das águas da chuva e com baixo nível de tráfego de veículos, com isto optou-se por dimensionar os pavimentos que serão implantados ou refeitos em intertravado.

Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são, dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland.

Os métodos utilizam-se, basicamente, de dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento de blocos pré-moldados.

A escolha do método de dimensionamento do pavimento da via ficará entre as duas opções propostas a seguir, em função do número "N" de solicitações do eixo simples padrão.

Os métodos citados devem ser utilizados respeitando as seguintes considerações:

a) Procedimento A (ABCP- ET27)

Sua utilização é mais recomendada para vias com as seguintes características:

- Vias de tráfego muito leve e leve com $N_{\text{característico}}$ até 10^5 solicitações do eixo simples padrão, por não necessitar de utilização da camada de base, gerando portanto estruturas esbeltas e economicamente mais viáveis em relação ao procedimento B;
- Vias de tráfego meio pesado a pesado com $N_{\text{característico}}$ superior a $1,5 \times 10^6$ em função do emprego de bases cimentadas, sendo tecnicamente mais adequado do que o procedimento B.

A Figura 2 a seguir mostra o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento A (ABCP – ET27)

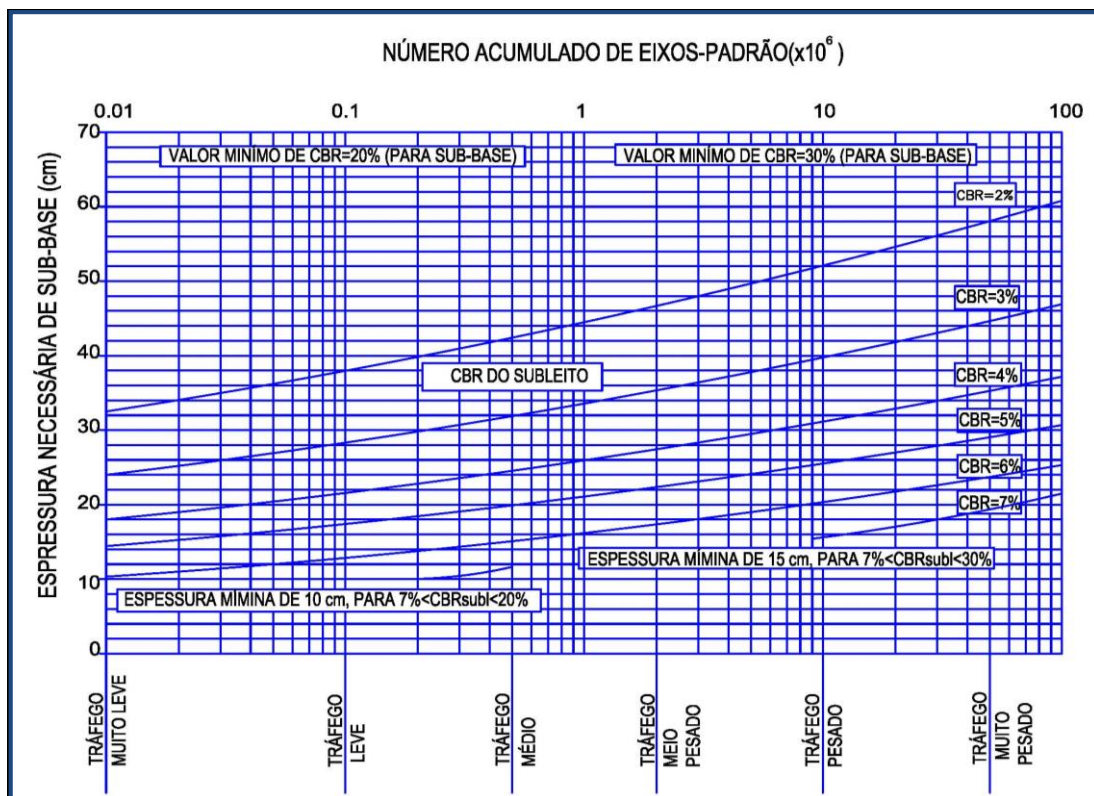


Figura 2: Ábaco de dimensionamento para vias de tráfego leve intertravado espessura necessária da sub-base.
Fonte: Boletim Técnico nº 27 da ABCP.

b) Procedimento B (PCA - Portland Cement Association)

Sendo mais indicado para o dimensionamento de vias de tráfego médio a meio pesado com "N" típico entre 10^5 e $1,5 \times 10^6$ solicitações, em função da utilização de bases granulares que geram estruturas mais seguras, adotando o princípio de que as camadas do pavimento a partir do subleito sejam colocadas em ordem crescente de resistência, de modo que as deformações por cisalhamento e por consolidação dos materiais reduzam a um mínimo as deformações verticais permanentes.

A Figura 3 e 4 a seguir mostra o ábaco de dimensionamento de pavimento intertravado a ser utilizado quando se adota o Procedimento B (PCA – Portland Cement Association)

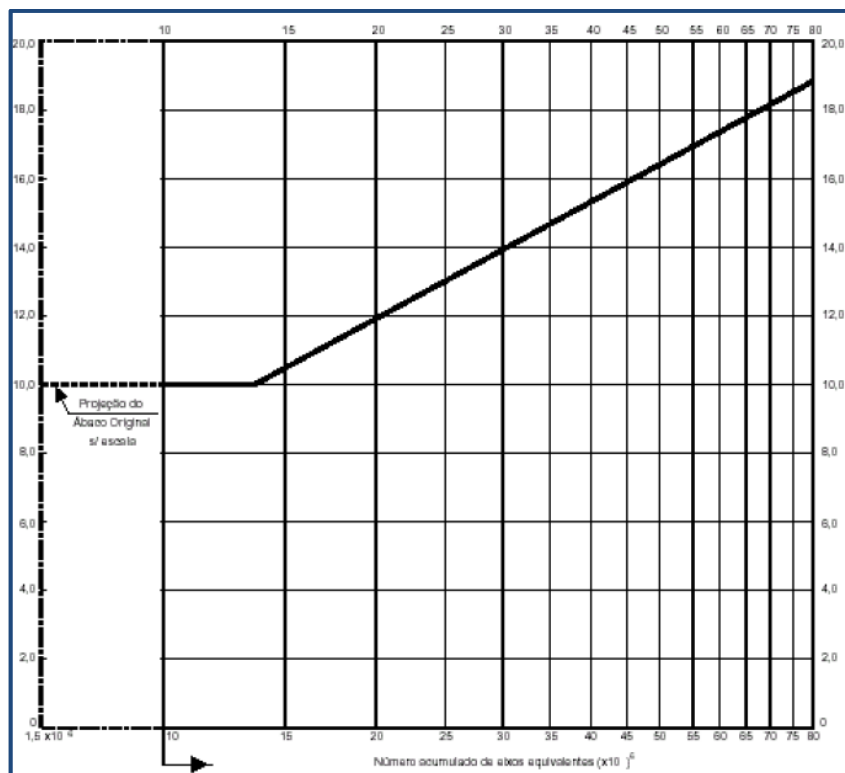


Figura 3: Espessura da Base Cimentada em Função do Número “N”
Fonte: IP-06 Prefeitura Municipal de São Paulo.

N.º de Solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (H _{BG})											
	Valor do índice de Suporte Califórnia do Subleito											
	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	15	20	
(10 ³)	27	21	17									
2 x 10 ³	29	24	20	17								
4 x 10 ³	33	27	23	19	17							
8 x 10 ³	36	30	25	22	19							
(10 ⁴)	37	31	26	23	20							
2 x 10 ⁴	41	34	29	25	22	17						
4 x 10 ⁴	44	37	32	28	24	19						
8 x 10 ⁴	48	40	35	30	27	21	17					
(10 ⁵)	49	41	36	31	28	22	18					
2x10 ⁵	52	44	38	34	30	24	19					
4x10 ⁵	56	47	41	36	32	26	21					
8x10 ⁵	59	51	44	39	34	28	23					
(10 ⁶)	60	52	45	40	35	29	23	16				
2x10 ⁶	64	55	47	42	38	30	25	17				
4x10 ⁶	68	58	50	45	40	33	27	19				
8 x 10 ⁶	71	61	53	47	42	34	29	20				
(10 ⁷)	72	62	54	48	43	35	30	21				

Figura 4: Espessura necessária de base puramente granular (HBG) – Procedimento B
Fonte: IP-06 Prefeitura Municipal de São Paulo.

Assim, diante do exposto, em que a via foi classificada como de Tráfego Leve com $N_{\text{característico}} = 10^5$ o procedimento A é o que melhor se adequa para este tipo de via, sendo assim para este estudo será adotado para o dimensionamento das vias em pavimento intertravado este procedimento conforme resultado na Tabela 5.

A Tabela 5 ilustra a aplicação dos procedimentos descritos.

Tabela 5: Prioridade (p) de utilização dos procedimentos de dimensionamento

PROCEDIMENTO	TIPO TRÁFEGO				
	ML	L	M	MP	P
A	1ª p	1ª p	2ª p	1ª p	1ª p
B	2ª p	2ª p	1ª p	1ª p	2ª p

ML-Muito Leve; L – Leve; M-Médio; MP-Meio Pesado; P-Pesado

A seguir, na Tabela 6, o método apresenta em função do tráfego, como se determina a espessura do bloco intertravado e a sua resistência a compressão simples respectivamente.

Tabela 6: Espessura e Resistência dos Blocos de Revestimento

TRÁFEGO	ESPESSURA REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO SIMPLES
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 MPa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 50 MPa
$N > 10^7$	10,0 cm	50 MPa

Para este estudo foi adotado para o dimensionamento do pavimento das vias que não apresentam pavimento “in loco” o Procedimento A.

2.4.1 Pressupostos do Dimensionamento

Drenagem

O dimensionamento parte do pressuposto que haverá sempre uma drenagem superficial adequada, sendo que o lençol d’água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 metro em relação ao greide de terraplenagem. Caso esta condição não seja atendida, o mesmo deverá ser rebaixado através de drenos ou de solução alternativa e submetê-la à aprovação da Novacap.

Condições das camadas da estrutura do pavimento

O dimensionamento pressupõe, também, que sejam inteiramente satisfeitos os requisitos de controle e recebimento, conforme as Instruções de execução da Novacap.

Infraestrutura das vias

Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, redes de água e esgoto e captação de água superficial, executadas de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.

2.4.2 Espessuras das Camadas Pavimento Intertravado - Procedimento A

Pavimento Tipo 1 – $CBR_{proj} = 8\%$

Via pública a ser pavimentada com blocos pré-moldados de concreto, classificada como via de Tráfego Leve ($N_{Característico} = 10^5$) em relação à expectativa de solicitações do eixo padrão, para um período de 10 anos. Os estudos geotécnicos indicaram valor de $CBR_{Projeto} = 8,0\%$.

Portanto, devido a heterogeneidade dos materiais de sub-base e visando dar maior segurança haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base com $CBR \geq 30\%$.

Determinação da espessura da sub-base (E_{SB})

Da Figura 2, empregando o CBR de sub-leito e o tipo de tráfego leve obtêm-se a espessura mínima de 10 cm com material de sub-base. No entanto, devido a alguma variação de espessura durante a execução da camada de sub-base, será adotado 12cm, com material de $CBR \geq 30\%$.

Determinação da camada da base

Para o valor de $N_{Característico} = 10^5$, portanto inferior a $1,5 \times 10^6$, não é necessária a camada de base.

- Camada de assentamento de areia compactada fica com 5 cm;
- Camada de rolamento com blocos pré-moldados definida em função de tráfego, conforme Tabela 6, em 6,0 cm, com resistência a compressão simples de 35 MPa.

Resumo do dimensionamento – Pavimento Tipo 1

- LOCAL: Condomínio Verde;
- VIA: Local Residencial;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve;

- SUBLEITO: $CBR_{proj} = 8\%$;
- ESPESSURA TOTAL 23,00 centímetros.

Tabela 7: Resumo das espessuras dos pavimentos para o tráfego leve.

ESTRUTURA DO PAVIMENTO	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Blocos Concreto com Resistência a Compressão Simples $Mpa \geq 35 MPa$
5,0	Areia Compactada
12,0	Sub-base: Solo proveniente de Jazida, $CBR_{min} \geq 30\%$ (Energia Intermediária de compactação), $GC \geq 100\%$
15,0	Regularização do Subleito a 100% do Proctor Normal com $CBR \geq 8\%$

Pavimento Tipo 2 – $CBR_{proj} = 5\%$ - Rua do Lago Estacas 15 + 0,00 até 38 + 0,00

Via pública a ser pavimentada com blocos pré-moldados de concreto, classificada como via de Tráfego Leve ($N_{Característico} = 10^5$) em relação à expectativa de solicitações do eixo padrão, para um período de 10 anos. Os estudos geotécnicos indicaram valor de $CBR_{Projeto} = 5,0\%$.

Portanto, devido a heterogeneidade dos materiais de sub-base e visando dar maior segurança haverá a necessidade de adoção de uma camada de sub-base com $CBR \geq 30\%$.

- Determinação da espessura da sub-base (E_{SB})
- Da Figura 2, empregando o CBR de sub-leito e o tipo de tráfego leve obtêm-se a espessura mínima de 17 cm com material de sub-base, será adotado 17cm, com material de $CBR \geq 30\%$.

- Determinação da camada da base

Para o valor de $N_{Característico} = 10^5$, portanto inferior a $1,5 \times 10^6$, não é necessária a camada de base.

- Camada de assentamento de areia compactada fica com 5 cm;
- Camada de rolamento com blocos pré-moldados definida em função de tráfego, conforme Tabela 6, em 6,0 cm, com resistência a compressão simples de 35 MPa.

Resumo do dimensionamento – Pavimento Tipo 2

- LOCAL: Condomínio Verde;
- VIA: Local Residencial;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve;

- SUBLEITO: $CBR_{proj} = 5\%$;
- ESPESSURA TOTAL 28,00 centímetros.

Tabela 8: Resumo das espessuras dos pavimentos para o tráfego leve

ESTRUTURA DO PAVIMENTO	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Blocos Concreto com Resistência a Compressão Simples $Mpa \geq 35 MPa$
5,0	Areia Compactada
17,0	Sub-base: Solo proveniente de Jazida, $CBR_{min} \geq 30\%$ (Energia Intermediária de compactação); $GC \geq 100\%$.
15,0	Regularização do Subleito a 100% do Proctor Normal com $CBR \geq 5\%$

2.5 Análise do Pavimento Existente

Além das sondagens executadas para embasar o dimensionamento do pavimento foram coletadas amostras do solo ST (Sondagem a Trado) e várias amostras do pavimento CP (Caracterização do Pavimento) em diversos pontos do empreendimento para que seja possível conhecer os materiais que compõem a camada de revestimento e da base, assim como as suas respectivas espessuras, conforme pode ser visto na Planta de Análise do Pavimento em anexo.

Os exames para os pavimentos que apresentam revestimentos em misturas asfálticas, foram realizados retirando-se pequenas amostras do revestimento asfáltico e seguindo com a sondagem a trado para a determinação da camada de suporte do mesmo. A tabela a seguir mostra um resumo destes pontos coletados, nestes casos a espessura média do revestimento asfáltico é de 2,0 cm e a base foi executada em cascalho laterítico e apresenta espessura da ordem de 15,0 cm.

Tabela 9: Análise do Pavimento
Fonte: ARIA

ANALISE DO PAVIMENTO ASFALTICO		
ENSAIO	REVESTIMENTO	BASE
3	0,02	0,14
12	0,02	0,15
19	0,02	0,15
	0,02	0,15

Para os pavimentos intertravados, verificou-se em campo que existem duas estruturas, conforme descrito abaixo.

Para a Av. Jacaranda estacas 0+00,00 até portaria do condomínio, Rua dos Coqueiros estacas 0+00,0 até 30+08,24 m, Rua Embaúba estacas 0+00,0 até 4+00,0, Rua Itauba estacas 7+00,0 até 12+13,41m e Trav. Dos Angicos estacas 0+00,0 até 4+00,21m, a estrutura do pavimento é apresentada a seguir:

- Bloquete em concreto E = 8,0 cm;
- Camada de assentamento em pó de pedra E = 5,0 cm;
- Sub-base em cascalho E = 15,0 cm.

Para a Rua das Azaleias das estacas 22+00,0 até 29+02.29 m pavimento em intertravado novo, a estrutura do pavimento é apresentada a seguir:

- Bloquete em concreto E = 6,0 cm;
- Camada de assentamento em pó de pedra E = 5,0 cm;
- Sub-base em cascalho E = 12,0 cm.

Com o intuito de verificar as condições do pavimento existente, foram realizadas visitas de campo para identificar, por meio de análise subjetiva, os principais defeitos do pavimento os quais são descrito a seguir. Após conhecido as condições do pavimento, foram propostas soluções que podem ser vistas no item 2.5.2. Um mapa com os vários tipos de pavimento existente pode ser observado na Planta de Análise de Pavimento em anexo.

Assim, analisando o pavimento existente nas vias do Condomínio Verde, constatamos que existem 2 tipos de pavimento, ou seja, Pavimento Flexível e Intertravado.

2.5.1 Descrição dos principais defeitos do pavimento

Com o tempo e o uso, todo pavimento tende a se desgastar e desagregar e, em consequência, apresentar defeitos. A seguir, de forma sucinta apresentamos os defeitos mais frequentes em pavimentos flexíveis, com camada de revestimento executado em misturas betuminosas.

Defeitos mais Comuns na Capa de Rolamento

- Desgaste;
- Desagregação;
- Exsudação;
- Trincas;
- Deformações;
- Buracos.

Defeitos mais Comuns no Corpo do Pavimento

- Deformações;
- Ruptura de borda;
- Trincas;
- Painelas.



Figura 5: Defeitos no revestimento asfáltico de um pavimento
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

2.5.1.1 Desgaste da camada de rolamento

O desgaste corresponde ao empobrecimento progressivo das características ligantes do material betuminoso e ao “polimento”, pelo tráfego, dos agregados do revestimento da camada de rolamento, além da perda de finos do revestimento. Com o desgaste e polimento, a superfície de rolamento torna-se escorregadia, principalmente quando molhada e com impregnação de óleo derramado pelo próprio tráfego. Em pontos críticos específicos, com restrições de geometria, como final de tangentes e trechos de curvas acentuadas, associada à imprudência dos usuários com excessos de velocidade, estes locais transformam-se de pontos críticos para pontos negros.

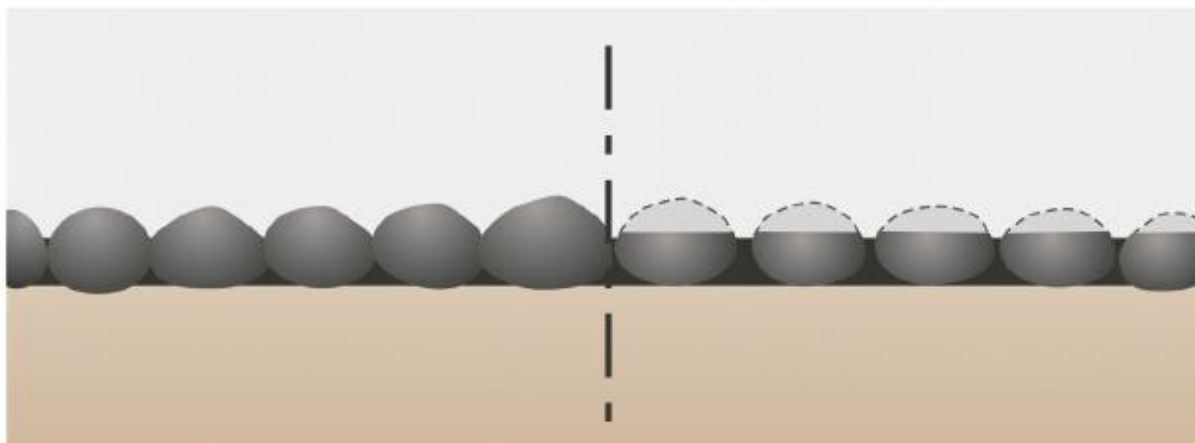


Figura 6: Desgaste e polimento dos agregados do revestimento
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

Causas Principais

- Ação dos pneus sobre a capa, ao longo do tempo;
- Envelhecimento do revestimento (oxidação do ligante).

Reparação Usual

- Execução de uma nova capa selante (pintura de rejuvenescimento, tratamento superficial ou lama asfáltica), microrrevestimentos.

2.5.1.2 Desagregação

A desagregação é a perda de material pétreo (agregado e finos) da capa que vai se soltando. Pode ocorrer em toda a superfície, mas em geral é mais pronunciada nas trilhas de roda, devido à ação do tráfego. No caso de tratamentos superficiais pode ocorrer em faixas longitudinais, quando há má distribuição do ligante durante a construção (“falhas de bico”). Acarreta riscos à segurança, devido a derrapagens e quebra de para-brisas, e acelera o aparecimento de panelas.

Causas Principais

- Endurecimento do ligante devido à oxidação;
- Quantidade insuficiente de ligante;
- Falta de adesividade do ligante ao agregado.

Reparação Usual

- Execução de capa selante (pintura de rejuvenescimento, tratamento superficial ou lama asfáltica, microrrevestimentos).

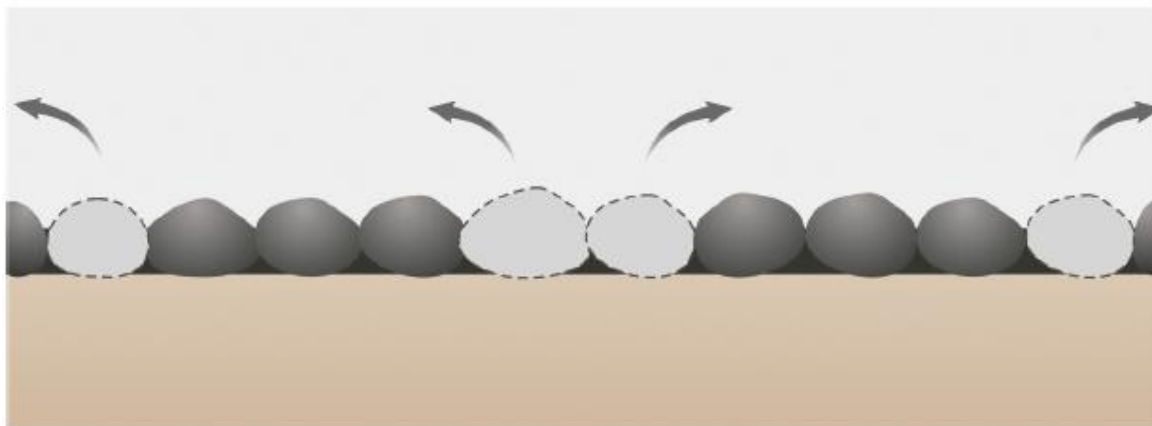


Figura 7:Desagregação do agregado do pavimento asfáltico
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)



Figura 8:Desagregação do agregado no pavimento
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

2.5.1.3 Exsudação

É a subida do ligante asfáltico à superfície, tornando-a escorregadia, principalmente quando molhada.

Causas Principais

- Excesso de ligante;
- Ligante inadequado;
- Cravamento de agregado do revestimento na superfície da base (TS).

Reparação Usual

- Espalhamento de areia seca com cal hidratada sobre as manchas de exsudação.



Figura 9: Exsudação do ligante no revestimento

Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)



Figura 10: Exsudação do ligante no revestimento

Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

2.5.1.4 Trincas

As trincas são rachaduras no revestimento (capa) do pavimento. Podem ser isoladas ou interligadas. Quando as trincas são interligadas o defeito é chamado de “couro de crocodilo” ou “jacaré”. As trincas não trazem, de início, problemas ao trânsito, mas são altamente danosas à estrada, por permitirem a penetração de água pelo corpo do pavimento, provocando seu enfraquecimento, desagregações e panelas.

Causas Principais

- Espessura insuficiente do pavimento em relação ao tráfego;
- Retração da base;
- Envelhecimento do ligante betuminoso.

Reparações Usuais

- Selagem das trincas;
- Remendo da capa e, se necessário, reparo da base do pavimento;
- Capa selante, no caso das fissuras atingirem uma área grande.



Figura 11: Trincas do tipo “couro de jacaré” (interligadas)
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)



Figura 12: Trincas isoladas no revestimento asfáltico
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

2.5.1.5 Deformações plásticas

Deformações plásticas são alterações nas formas originais da superfície de rolamento da estrada, sem ruptura da mesma. Conforme sua gravidade, as deformações podem provocar acidentes.

Causas Principais

- Resistência insuficiente do pavimento, em relação ao tráfego;
- Aderência insuficiente entre capa e base;
- Falta de contenção lateral, devido a acostamentos mal compactados ou mal drenados.

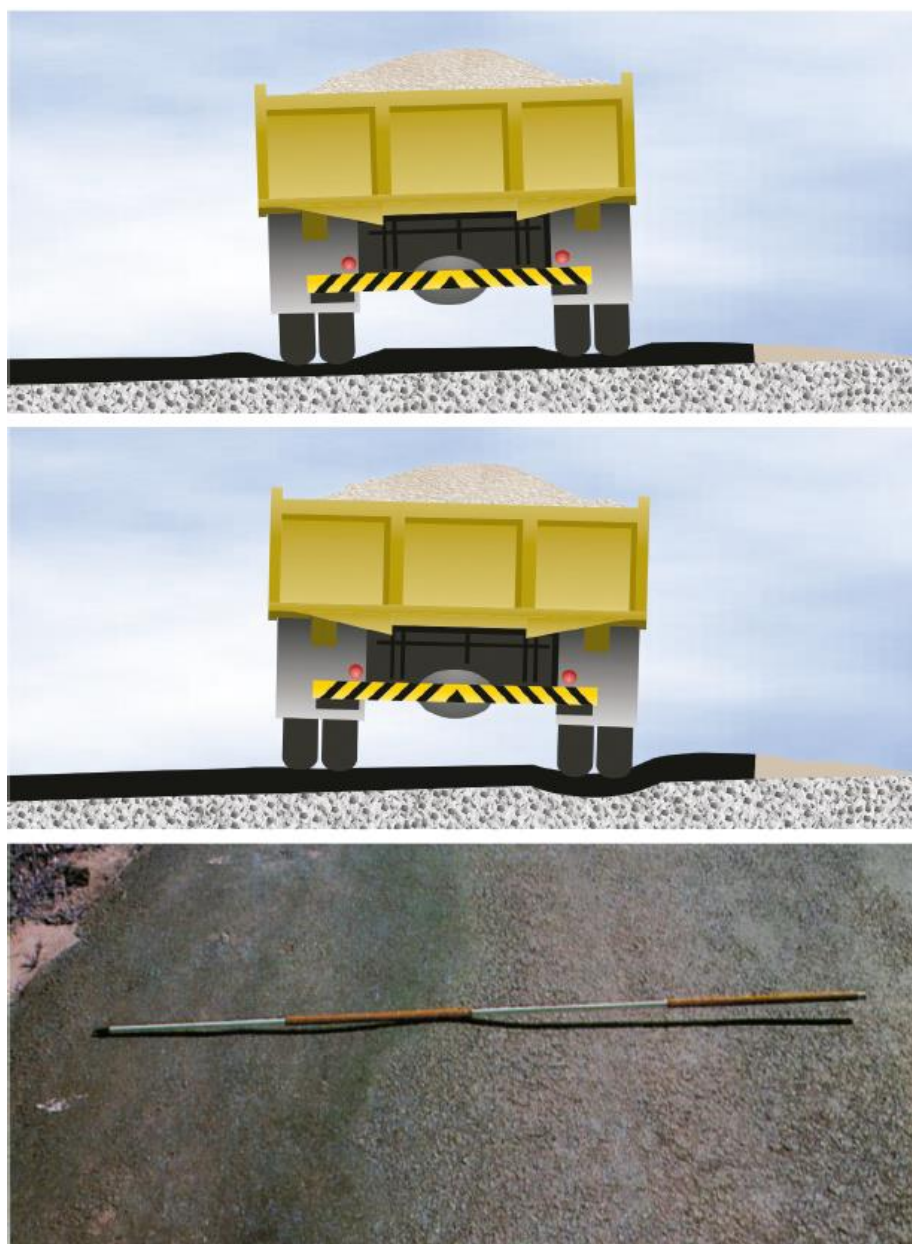


Figura 13: Deformação plástica com trilho de roda
Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

Reparações Usuais

Para deformações pequenas (depressão de até mais ou menos 5 cm), recomenda-se:

- Remendo da capa e acerto dos acostamentos.

Para deformações maiores, recomenda-se:

- Reconstrução localizada do pavimento, acerto ou reconstrução dos acostamentos e/ou faixas de segurança;
- Melhoria das condições de drenagem do pavimento e do acostamento.

2.5.1.6 Buracos

São cavidades no pavimento. Dependendo de seu tamanho, podem causar acidentes.



Figura 14: Buraco no pavimento

Fonte: Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais V. II (Conservação)

Causa Principais

- Infiltração de água;
- Subida de água pela ação do tráfego (bombeamento);
- Estágio final da evolução das trincas cruzadas (“jacarés”) ou da desagregação.

Reparações Usuais

- Execução de remendos com pré-misturado;
- Reconstrução localizada das camadas comprometidas e melhoria da drenagem.

2.5.2 Problemas encontrado na área do projeto e correções

Analizando o pavimento existente nas vias do Condomínio Verde, constatamos que existem 3 tipos de problema no pavimento flexível e intertravado, ou seja:

Pavimento flexível

- Desagregação;
- Painelas;
- Trincas.

Pavimento intertravado

- Deslocamento do blocos intertravados;
- Recalque no pavimento;
- Remoção dos blocos intertravados.

Todos as intervenções propostas a seguir podem ser vistas na Planta de Análise do Pavimento no Anexo II.

As soluções propostas são:

- Reciclagem do Pavimento;
- Reparação do Pavimento Intertravado.

2.5.2.1 Reciclagem do Pavimento

Reciclagem profunda do pavimento com adição de cimento Portland é um processo de reconstrução parcial da estrutura do pavimento com emprego de equipamentos próprios para esta finalidade.



Figura 15 :Desagregação do agregado no pavimento e painelas
Fonte: ARIA



Figura 16: Desagregação do agregado no pavimento e panelas
Fonte: ARIA

Reparações a ser executada:

- a) Reciclagem de 20,0cm do pavimento existente e incorporação de 2% de cimento em massa e reutilização na sub-base, colocação de 5cm de areia e assentamento dos blocos em concreto com resistência à compressão 35Mpa de 6cm, ver mapa Análise do Pavimento Existente em anexo.

Os serviços de Reciclagem do Pavimento deverão seguir a Norma DNIT 167/2013-ES Pavimentação – Reciclagem profunda de pavimentos “in situ” com adição de cimento Portland – Especificações de Serviço.

2.5.2.2 Pavimentos Intertravados Existentes

Para os pavimentos intertravados existentes, onde for observado um desnível superior a 10mm, medido com régua de 3m de comprimento o mesmo deverá ser reparado seguindo a NBR-15953 – Pavimento Intertravado com Peças de Concreto Execução.

As Especificações Técnicas para execução dos pavimentos aqui descritos encontra-se em anexo.

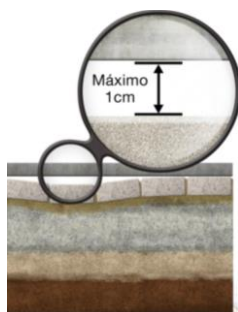


Figura 17 : Desnível máximo permitido para o pavimento intertravado

3 CONCLUSÕES

Para a realização deste projeto foi elaborado um estudo geotécnico consistente, para estudar tanto os materiais do sub-leito do pavimento quanto o próprio pavimento o que subsidiou os cálculos elaborados, também foi feita uma análise detalhada “in loco” dos principais problemas nos pavimentos existentes, dando condições para propor as correções descritas neste projeto.

Todo o projeto elaborado foi baseado em normas e manuais de projetos vigentes dos principais órgãos governamentais existentes no país, o resumo das estruturas de projeto pode ser observado abaixo.

Resumo do dimensionamento – Pavimento Tipo 1

- VIA: Local Residencial;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve;
- SUBLEITO: $CBR_{proj} = 8\%$;
- ESPESSURA TOTAL 23,00 centímetros.

ESTRUTURA DO PAVIMENTO	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Blocos Concreto com Resistência a Compressão Simples $Mpa \geq 35 MPa$
5,0	Areia Compactada
12,0	Sub-base: Solo proveniente de Jazida, $CBR_{min} \geq 30\%$ (Energia Intermediária de compactação), $GC \geq 100\%$
15,0	Regularização do Subleito a 100% do Proctor Normal com $CBR \geq 8\%$

Resumo do dimensionamento – Pavimento Tipo 2

- VIA: Local Residencial;
- TIPO DE TRÁFEGO: Leve;
- SUBLEITO: $CBR_{proj} = 5\%$;
- ESPESSURA TOTAL 28,00 centímetros.

ESTRUTURA DO PAVIMENTO	
Espessura (cm)	Camada
6,0	Blocos Concreto com Resistência a Compressão Simples $Mpa \geq 35 MPa$
5,0	Areia Compactada
17,0	Sub-base: Solo proveniente de Jazida, $CBR_{min} \geq 30\%$ (Energia Intermediária de compactação); $GC \geq 100\%$.
15,0	Regularização do Subleito a 100% do Proctor Normal com $CBR \geq 5\%$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ABNT. (25 de 05 de 2001). Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução. *Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ: ABNT.
- Balbo, J. T. (2007). *Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Balbo, J. T. (s.d.). *Gestão da manutenção de pavimentos e seus benefícios para a cidade de São Paulo*. Palestra, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo.
- Departamento de Estradas de Rodagem - DER-SP. (2006). *Avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos por meio de levantamento visual contínuo de defeitos da superfície*. Norma, DER-SP, São Paulo.
- DER-SP. (2012). *Manual Básico de Estradas e Rodovias Vicinais*. São Paulo: DER-São Paulo.
- NOVACAP. (20 de 9 de 2012). Especificação Técnica para Regularização e Compactação do Subleito - ESP 14. *Especificação Técnica para Regularização e Compactação do Subleito - ESP 14*. Brasília, DF, Brasil: NOVACAP.
- NOVACAP. (20 de 09 de 2012). Especificações Técnicas para Execução de Camadas de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) - ESP 07. *Especificações Técnicas para Execução de Camadas de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) - ESP 07*. Brasília, DF, Brasil: NOVACAP.
- NOVACAP. (20 de 09 de 2012). Especificações Técnicas para Execução de Sub-base e Base de Brita Graduada (BGS) - ESP 05. *Especificações Técnicas para Execução de Sub-base e Base de Brita Graduada (BGS) - ESP 05*. Brasília, DF, Brasil: NOVACAP.
- NOVACAP. (20 de 09 de 2012). Especificações Técnicas para Imprimações Betuminosas - ESP 06. *Especificações Técnicas para Imprimações Betuminosas - ESP 06*. Brasília, DF, Brasil: NOVACAP.
- PMSP. (2004). *IP-02 Classificação de Vias*. São Paulo: Prefeitura Municipal de São Paulo.
- PMSP. (2004). *Projeto Geométrico*. São Paulo, São Paulo, Brasil: Prefeitura Municipal de São Paulo.
- PMSP. (s.d.). *IP-04 – Instruções de projeto da Prefeitura Municipal de São Paulo*. São Paulo.
- Prestes, M. P. (2001). *Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis - Um estudo comparativo*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre.
- Senço, W. d. (1997). *Manual de técnicas de pavimentação*. São Paulo: Pini.

ANEXO I – PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

ANEXO II – PLANTA DE ANÁLISE DO PAVIMENTO EXISTENTE

ANEXO III – PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

ANEXO IV – SEÇÃO TÍPICA DO PAVIMENTO PROJETADO

ANEXO V – ENSAIOS GEOTÉCNICOS

ANEXO VI – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

NOTAS TÉCNICAS:
1-PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCADOR – UTM.
2-DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000.

ARIA

Empreendimento Sustentável

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

RA XXVI – JARDIM BOTÂNICO-DE

PROJETO DO CONDOMÍNIO VERDE

PLANTA GERAL	FOLHA: 01/04	ESCALA: 1:2000	DATA: 02/2017	NR. MEC- PROJETO
VIAS	CALÇADO	VERDE	REGRADO	APRIMADO

PLANTA DE CLASSIFICAÇÃO DAS VIAS

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

NOVACAP

Meridiano Central
Decl. Mag.
Variação Anual

45°W
AGOSTO/2009
-4°28"

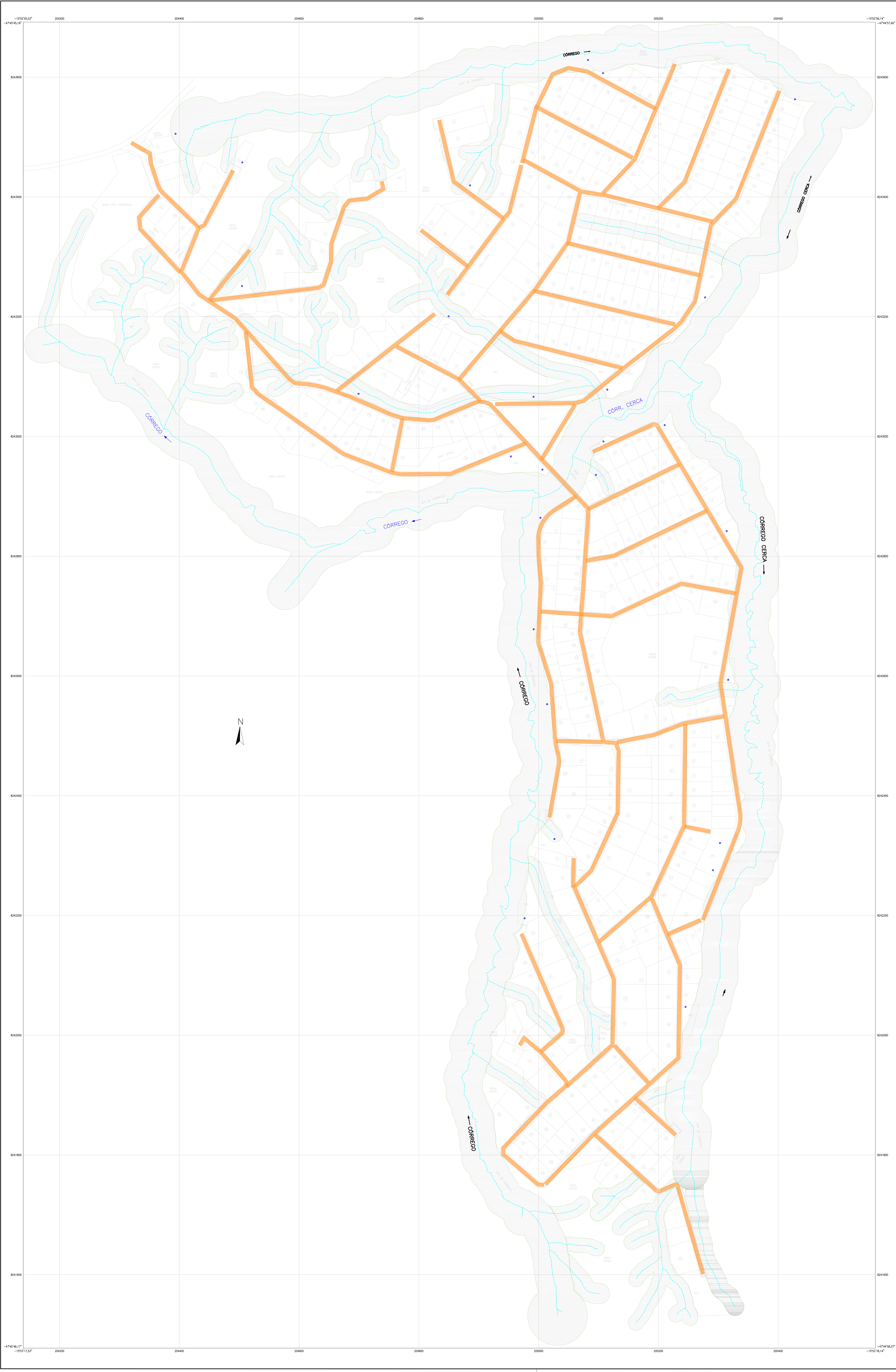
N
NE
E
SE
S
SW
O
NO

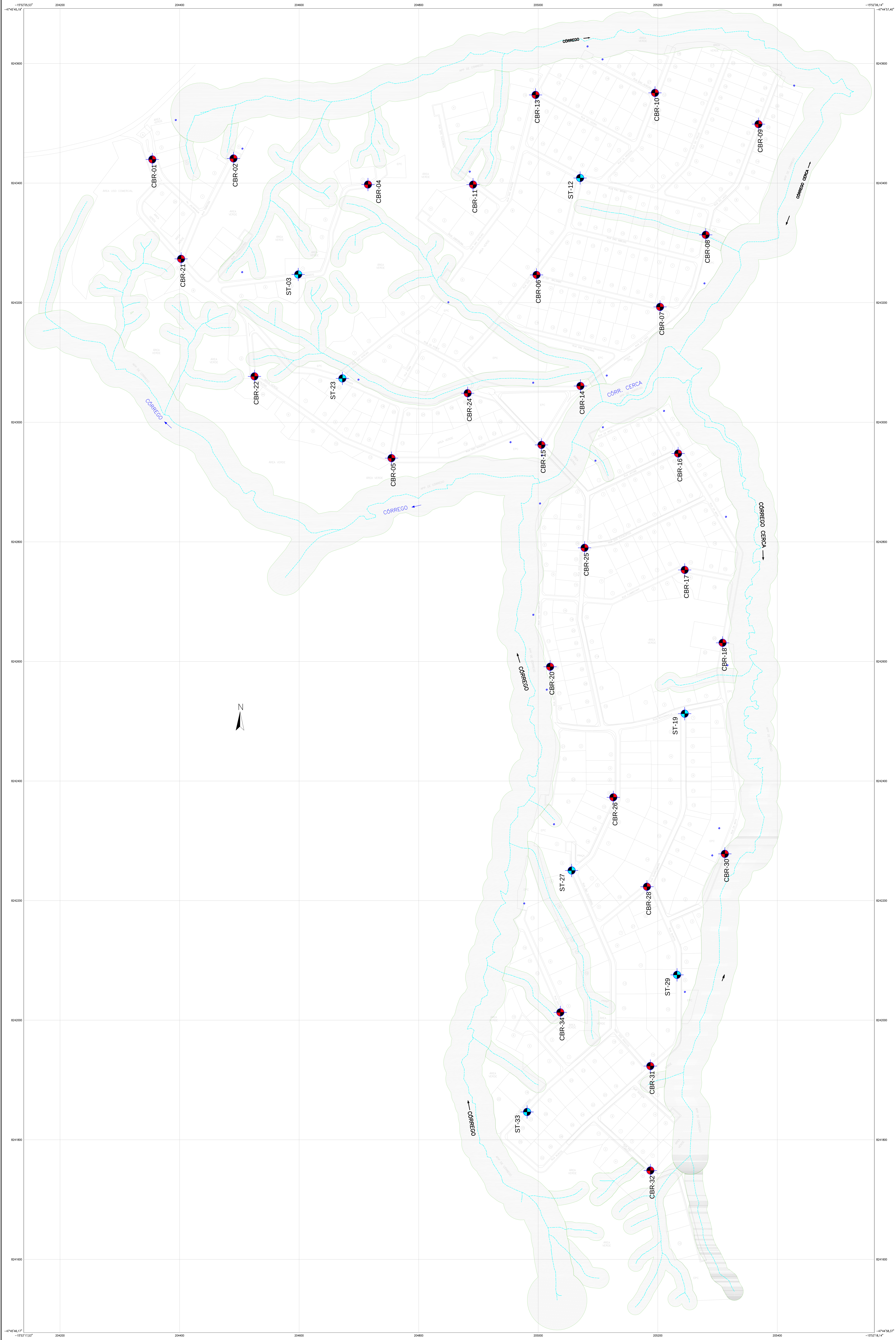
0°
315°
271°
227°
183°
139°
95°
51°

0°49'13,40"

JARDIM BOTÂNICO – DF – RA XXVI

Kr = 1.0005404





LEGENDA

-  CBR
- INÍCIO DE SUPORTE CALIFORNIA
-  ST
- SONDADEIRA A TRADO

COORDENADAS DOS ENSAIOS

INÍCIO SUPORTE CALIFORNIA		
CBR-01	204254.01	824384.25
CBR-02	204252.23	824383.23
ST-03	204267.07	824383.08
CBR-04	204273.17	824387.01
CBR-05	204274.03	824385.05
CBR-06	204272.23	824384.43
CBR-07	204252.02	824382.02
CBR-08	204267.17	824383.17
CBR-09	204268.05	824386.01
CBR-10	204252.03	824382.02
ST-11	204252.06	824382.27
ST-12	204252.13	824382.13
CBR-13	204252.05	824387.14
CBR-14	204270.08	824386.08
CBR-15	204268.38	824382.34
CBR-16	204252.02	824382.78
CBR-17	204254.08	824382.89
CBR-18	204252.04	824382.12
ST-19	204252.02	824383.02
CBR-20	204252.05	824382.14
CBR-21	204252.15	824382.08
CBR-22	204252.03	824382.15
ST-23	204252.04	824382.34
CBR-24	204268.06	824386.05
CBR-25	204270.06	824386.02
CBR-26	204252.01	824382.71
ST-27	204268.01	824382.94
CBR-28	204252.05	824382.25
ST-29	204252.05	824382.11
CBR-30	204252.05	824382.07
CBR-31	204252.06	824382.19
CBR-32	204252.01	824386.05
ST-33	204252.29	824386.07
CBR-34	204252.05	824382.02



Empreendimentos
Sustentáveis

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

RA XXVII – JARDIM BOTÂNICO-DF

PROJETO DO CONDOMÍNIO VERDE

GEOTECNIA

PLANTA GERAL

PROJETO

ÁREA

CALCULO

DATA

15/04

PROJETO

15/07

DATA

12/2017

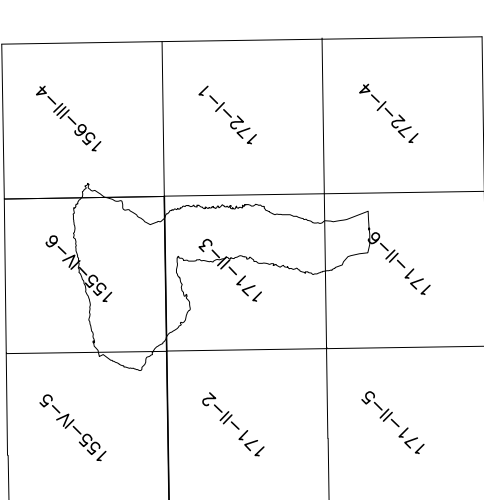
1ºw MEC

APPROVO

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS ENSAIOS GEOTECNICOS

NOVACAP

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS



NM NG NQ

45°W/G

AGOSTO/2009

VARIAÇÃO ANUAL

-4,26"

JARDIM BOTÂNICO – DF – RA XXVII

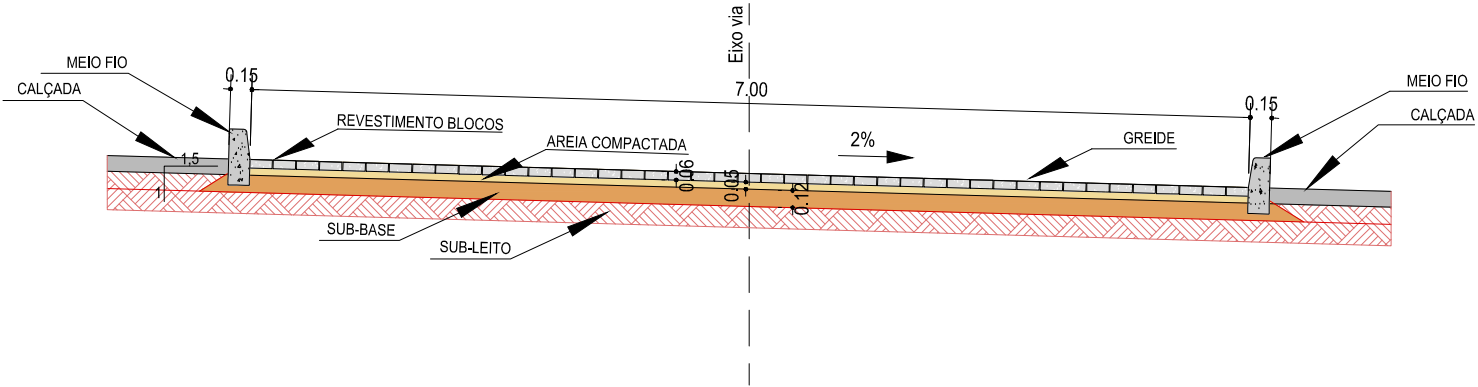
Kr = 1.005404

Classificação das vias quanto as seções tipo

Via	Pav Tipo	Status
AV JACARANDA	Tipo 1	Leito natural
LIG AZALEIAS-JACARANDA	Tipo 1	Leito natural
LIG ROT-RUA DO LAGO	Tipo 1	Leito natural
RUA PITANGUEIRAS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA PITANGUEIRAS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA ANGELIM	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA BOUGANVILLE	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA BURITIS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DA AROEIRA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DA AROEIRA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DA MATA	Tipo 1	Leito natural
RUA DA MATA	Tipo 1	Leito natural
RUA DA PONTE	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS ACACIAS	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS ACACIAS	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS ACACIAS (1)	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS ACACIAS (1)	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS ACACIAS (1)	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS ACACIAS (2)	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS ACACIAS (2)	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS AZALEIAS	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS BROMELIAS	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS BROMELIAS	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS IMBUIAS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS PAINEIRAS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS SUCUPIRAS	Tipo 1	Leito natural
RUA DAS SUCUPIRAS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DAS SUCUPIRAS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO BALSAMO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO CEDRO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO FREIJO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO FREIJO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO LAGO	Tipo 1	Leito natural
RUA DO LAGO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO LAGO	Tipo 2	Reciclar (novo 2)
RUA DO LAGO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO MIRANTE	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DO MIRANTE	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DOS CAJUEIROS	Tipo 1	Leito natural
RUA DOS CAJUEIROS	Tipo 1	Leito natural
RUA DOS EUCALIPTOS	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DOS IPES	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA DOS PIQUIS	Tipo 1	Leito natural
RUA DOS PIQUIS	Tipo 1	Leito natural
RUA DOS PIQUIS BECO	Tipo 1	Leito natural
RUA DOS PIQUIS BECO	Tipo 1	Leito natural
RUA EMBAUBA	Tipo 1	Leito natural
RUA EMBAUBA	Tipo 1	Leito natural
RUA FLAMBOYANT	Tipo 1	Leito natural
RUA ITAUBA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA JATOBA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA PAU BRASIL	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA PAU D ARCO	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA QUARESMEIRA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
RUA SIBIPIRUNA	Tipo 1	Leito natural
RUA SIBIPIRUNA	Tipo 1	Leito natural
VILA ROMA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)
VILA ROMA	Tipo 1	Reciclar (novo 1)

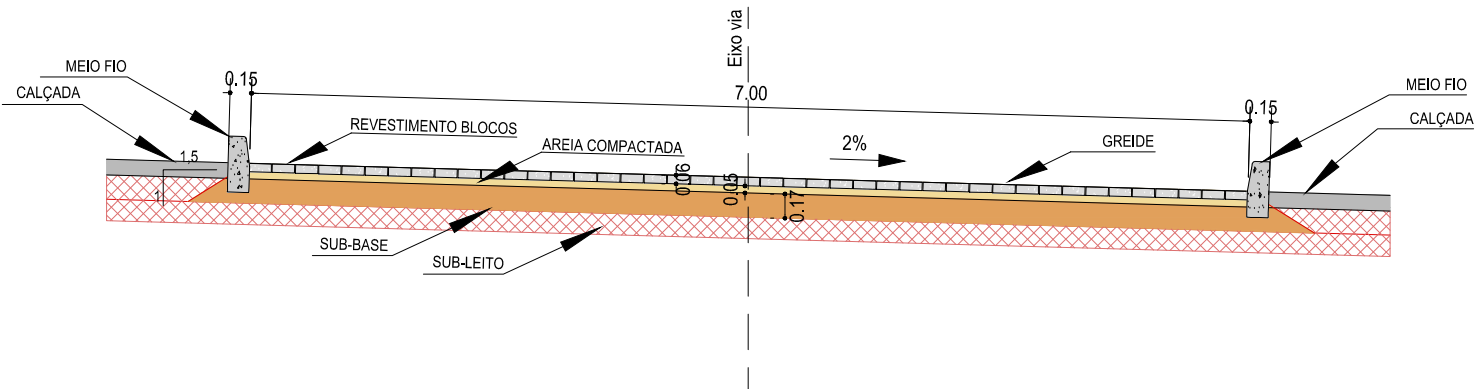
TRÁFEGO LEVE (Via Local)

PAVIMENTO NOVO INTERTRAVADO TIPO 1 - Leito Natural
PAVIMENTO NOVO INTERTRAVADO RECICLADO TIPO 1 - Reciclar



TRÁFEGO LEVE (Via Local)

PAVIMENTO NOVO INTERTRAVADO RECICLADO - Tipo-2- Reciclar
Rua do Lago - Estacas 15 + 0,00 até 38 + 0,00



LEGENDA

	REVESTIMENTO CALÇADA - CONCRETO
	SUB-BASE - SOLO ESTABILIZADO GRANULOMETRICAMENTE, CBR ≥ 30%LEITO NATURAL, E RECICLAGEM COM ADIÇÃO DE 2% DE CIMENTO EM MASSA
	SUB-LEITO - SOLO LOCAL, GC ≥ 100%, CBR ≥ 8%, Esp < 2%.
	SUB-LEITO - SOLO LOCAL, GC ≥ 100%, CBR ≥ 5%, Esp < 2%.
	BLOCO INTERTRAVADO DE CONCRETO, 6,0cm ESPESSURA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO ≥ 35 Mpa .
	AREIA COMPACTADA

NOTAS:

- DIMENSÕES EM METROS.
- DESENHO ESQUEMÁTICO.
- GC-Grau de Compactação, CBR-California Bearing Ratio, EXP-Expansão

ARIA Empreendimentos Sustentáveis

NOVACAP

RT:
LÚCIO M. LOPES RODRIGUES
CREA: 8.378/D-DF

PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO

PAV-SEÇÕES TIPO

RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO-DF
PROJETO DO CONDOMÍNIO VERDE

SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO

FOLHA: 04/04	ESCALA: 1:50	DATA: 06/2017	Ver MDE-	APROVO:
PROJETO: ARIA	CÁLCULO: ARIA	REVISÃO:	VISTO:	NOVACAP