



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

8 PROJETO GEOMÉTRICO



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

8. PROJETO GEOMÉTRICO

8.1. Introdução

O Projeto Geométrico foi executado considerando as diretrizes dos técnicos da Prefeitura de Rio Grande. Por tratar-se de um bairro já ocupado, as ruas foram projetadas tendo como limitador a soleira das edificações adjacentes às vias de projeto. Deste modo, não houvera trechos com desapropriação, de maneira que as dimensões da via sofreram estreitamentos buscando respeitar os limites. Partiu-se de premissas básicas de projeto em que haveria passeio em ambos os lados da via com dimensões de 1,50, podendo atingir de maneira eventual 1,20 metros. As dimensões da faixa carroçável pretendidas são variáveis de modo que a menor plataforma apresentou dimensão de 7 metros. Ainda, em locais com maior espaço, utilizou-se as dimensões para aumentar a faixa carroçável, passeios, faixa de serviço ou faixa de acesso.

Desse modo, cada via recebeu uma situação especial de acordo com os limitadores levantados em campo. Foram projetadas seis vias localizadas na Praia do Cassino, pertencente ao Município de Rio Grande: Avenida Atlântica, Avenida Stella Maris, Avenida Brasil, Avenida Querência, Rua G, Avenida Parque Cassino.

De maneira a contextualizar os termos abordados no projeto, a plataforma para veículos é denominada de faixa carroçável, complementando a seção têm-se passeios, faixa de serviço (destinada ao posteamento e outros serviços) e a faixa de acesso que em caso de existência de espaço é enleivado e tem uso comum. Sabe-se que pelas condições apresentadas a faixa de serviço e de acesso forma sacrificadas em alguns trechos em virtude das diretrizes de não promover locais com desapropriação.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

8.2. Projeto Planialtimétrico

Conforme as diretrizes da Prefeitura de Rio Grande, e os resultados do estudo de tráfego, serão utilizados blocos para a pavimentação das vias. A pavimentação das vias com blocos, segundo o Procedimento B do método adotado pela Prefeitura Municipal de São Paulo, considera algumas diretrizes importantes na determinação das características planialtimétricas:

- O lençol d'água subterrâneo deverá estar localizado a pelo menos 1,50 m em relação ao greide de terraplenagem;
- Sobre a declividade transversal das faixas, o eixo de simetria deverá ser o ponto mais alto da parábola que determinará o abaulamento da via urbana. Considerar-se-á, como flecha, a altura entre a linha horizontal que liga os fundos das sarjetas e o ponto de inflexão nessa parábola. A flecha deverá ser calculada pela fórmula:

$$f = \frac{L(100) \cdot (4 \cdot i)}{600}$$

Onde,

Flecha em centímetros (flecha mínima de 5 cm);

L= Largura da via, incluindo sarjetas em metros

i = declividade transversal, com porcentagem mínima aceitável de 1%, porém com recomendável de 2%. Além disso a declividade máxima deverá ser limitada a 3% no mínimo.

Partindo da inclinação recomendável obteve-se uma flecha de 9,33 m para a plataforma de 7 m, 10,66 m para a plataforma de 8,0 m e 11,33 m para a plataforma de 8,5 m. Conforme a diretriz de respeitar as soleiras das casas, não foi possível manter o greide de terraplenagem com 1,50 metros afastados do nível do lençol freático. As inclinações transversais são mínimas próximas ao eixo e chegam e variam de 3 a 4,4% nas extremidades, conforme distribuição da seção parabólica.

As inclinações do greide de projeto das vias são indicadas nas pranchas do Projeto Geométrico. De maneira geral, o greide é plano, de modo que as inclinações



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

de rampa são em sua maioria inferiores a 1%, em muitos casos, foram criadas para favorecer o caminhamento da drenagem. Em poucos trechos, há rampas maiores de 1% atingindo o máximo de 2,5% na Rua Stella Maris. Todos os encontros (esquinas) foram projetados com raio de curvatura de 3 metros. No Anexo 6 – Planilha de Coordenadas e Notas de Serviço de Terraplenagem, são apresentadas as coordenadas de todas as vias projetadas.

8.3. Características das Vias

Nas tabelas Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11, Tabela 12, Tabela 13 e Tabela 14 são apresentadas as características das vias projetadas.

Tabela 9 – Características geométricas da Avenida Atlântica.

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Extensão	2.247,53 m
Pista de rolamento	7,00 m
Passeio (2x)	1,50 m (mínimo de 1,20 m)
Flecha	9,33 cm

Tabela 10 - Características geométricas da Rua Stella Maris

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Extensão	232,58 m
Pista de rolamento	8,00 m
Passeio (2x)	1,50 m
Flecha	10,66 cm

Tabela 11- Características geométricas da Avenida Brasil

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Extensão	2.039,48 m
Pista de rolamento	7,00 m
Passeio (2x)	1,50 m (mínimo de 1,20 m)
Faixa de Acesso e Serviço	Variável
Flecha	9,33 cm



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

Tabela 12 - Características geométricas da Avenida Querência

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Extensão	244,64 m
Pista de rolamento	8,00 m
Passeio (2x)	1,50 m
Faixa de Acesso e Serviço	Variável
Flecha	10,66 cm

Tabela 13 - Características geométricas da Rua G

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Extensão	100 m
Pista de rolamento	8,00 m
Passeio (2x)	1,20 m
Flecha	10,66 cm

Tabela 14 - Características geométricas da Avenida Parque Cassino

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Extensão	838,90 m
Pista de rolamento	8,50 m
Passeio (2x)	1,50 m
Faixa de Acesso e Serviço	Variável
Flecha	11,33 cm

8.4. Considerações Gerais

O projeto foi desenvolvido considerando diretrizes urbanísticas e normas afins. Algumas diretrizes foram solicitadas pela prefeitura devido ao local já ter ocupação.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

9 PROJETO DE TERRAPLENAGEM



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

9. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

9.1. Introdução

O Projeto de Terraplenagem foi elaborado com base nos Estudos Topográficos, Estudos Geotécnicos e no Projeto Geométrico. A análise conjunta destes elementos, associada às inspeções efetuadas no campo, permitiu a elaboração do presente projeto, de modo a obter-se uma racionalização para os movimentos dos materiais previstos para sua implantação.

9.2. Elementos Básicos do Projeto de Terraplenagem

Os Estudos Geotécnicos foram realizados com a finalidade de identificar os materiais constituintes do subleito e avaliar a necessidade de cortes e aterros. Considerando a necessidade de manter as soleiras o trecho se desenvolve basicamente com seções de corte (do tipo caixão), de modo que os aterros só são considerando para áreas de passeio, e quando existentes, para faixas de acesso e serviço.

- a) Índice Suporte de Projeto - A premissa adotada para a orientação de terraplenagem foi a de conseguir-se a uniformização do subleito em termos de índice de suporte, compatível com o valor de ISCp para cada arruamento, conforme indicado pelos Estudos Geotécnicos do projeto previsto para toda a via.
- b) Empréstimos - Não haverá necessidade de empréstimos.
- c) Rebaixamentos do Subleito - Nos locais onde o subleito apresenta ISC inferior ao de projeto, dependendo de sua profundidade em relação ao greide final de terraplenagem, é indicado seu rebaixamento.
- d) Remoção de Solos Inadequados do Subleito - Não foi constatada a presença de solos inadequados do subleito no trecho.





PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

- e) Solos Moles - Tendo em vista os Estudos Geotécnicos e as inspeções efetuadas no trecho, não há indicativos de solos moles.
- f) Materiais de 2ª e 3ª Categorias - No trecho da variante não há presença de materiais de 2ª e 3ª categoria.
- g) Revestimento Primário Existente - Na Avenida Atlântica foi verificada a existência de revestimento primário. Nas demais vias não foram identificadas. De qualquer forma, como esse material ocorre muito superficialmente, o mesmo será retirado para que possa ser executada a estrutura de pavimento indicada.
- h) Coeficiente de Correção de Volumes - Considerando que mais de 90% do material encontrado é composto por areia, o coeficiente de correção utilizado será 1,00.
- i) Inclinação dos Taludes - Estão previstos somente corte caixão.

9.3. Seções Transversais

As seções transversais-tipo de terraplenagem estão representadas no Projeto de Execução e foram definidas com inclinação de 3% para cada lado, a partir do eixo, nos trechos em tangente.

9.4. Aterros

Estão previstos aterros predominantemente para os passeios. Quando existente, também haverá aterro para as áreas de faixa de acesso e serviço.

A seguir são apresentados os volumes previstos para aterro separadamente para cada via. O cálculo de volumes é apresentado no Anexo 7 – Cálculo de Volumes.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

Tabela 15 - Avenida Atlântica

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)			CM (km)	VOLUME CORRIGIDO (m³)			VOLUME GEOMÉTRICO
					AI	AS	TOTAL	
A-01	0+000	ao	0+500	0+353,42	-	32	32	32
A-02	0+500	ao	1+000	0+890,16	-	49	49	49
A-03	1+000	ao	1+300	1+098,45	-	60	60	60
A-04	1+780	ao	2+247,53	2+160,38	-	21	21	21
ATPLE	0+000	ao	0+500	0+250	-	115	115	115
ATPLD	0+000	ao	0+500	0+250	-	115	115	115
ATPLE	0+500	ao	1+000	0+750	-	115	115	115
ATPLD	0+500	ao	1+000	0+750	-	115	115	115
ATPLE	1+000	ao	1+500	1+250	-	115	115	115
ATPLD	1+000	ao	1+500	1+250	-	115	115	115
ATPLE	1+500	ao	2+000	1+750	-	115	115	115
ATPLD	1+500	ao	2+000	1+750	-	115	115	115
ATPLE	2+000	ao	2+247,53	2+123,76	-	115	115	115
ATPLD	2+000	ao	2+247,53	2+123,76	-	115	115	115
TOTAL					0	1.312	1.312	1.312

Tabela 16 – Avenida Brasil

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)			CM (km)	VOLUME CORRIGIDO (m³)			VOLUME GEOMÉTRICO
					AI	AS	TOTAL	
A-01	0+000	ao	0+500	0+353,42	0	6	6	6
A-02	0+500	ao	1+000	0+890,16	0	1	1	1
A-03	1+500	ao	2+039,48	1+890,00	0	5	5	5
ATPLE	0+000	ao	0+500	0+250	0	100	100	100
ATPLD	0+000	ao	0+500	0+250	0	100	100	100
ATPLE	0+500	ao	1+000	0+500		100	100	100
ATPLD	0+500	ao	1+000	0+500		100	100	100
ATPLE	1+000	ao	1+500	0+750		100	100	100
ATPLD	1+000	ao	1+500	0+750		100	100	100
ATPLE	1+500	ao	2+039,48	0+250		100	100	100
ATPLD	1+500	ao	2+039,48	0+250		100	100	100
TOTAL					0	812	812	812



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA
DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

Tabela 17 – Avenida Parque Cassino

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)			CM (km)	VOLUME CORRIGIDO (m³)			VOLUME GEOMÉTRICO
					AI	AS	TOTAL	
A-01	0+100	ao	0+100	0+100		39	39	39
ATPLD	0+100	ao	0+938,45	0+419,45	0	394	394	394
ATPLE	0+100	ao	0+938,45	0+419,45	0	394	394	394
TOTAL					0	827	827	827

Tabela 18 - Avenida Querência

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)			CM (km)	VOLUME CORRIGIDO (m³)			VOLUME GEOMÉTRICO
					AI	AS	TOTAL	
ATPLD	0+000	ao	0+244,66	0+122,33	0	115	115	115
ATPLE	0+000	ao	0+244,66	0+122,33	0	115	115	115
TOTAL					0	230	230	230

Tabela 19 - Rua G

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)			CM (km)	VOLUME CORRIGIDO (m³)			VOLUME GEOMÉTRICO
					AI	AS	TOTAL	
A-01	0+100			0+100		38	38	38
ATPLD	0+000	ao	0+100	0+050	0	20	20	20
ATPLE	0+000	ao	0+100	0+050	0	20	20	20
TOTAL					0	78	78	78

Tabela 20 - Rua Stella Maris

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)			CM (km)	VOLUME CORRIGIDO (m³)			VOLUME GEOMÉTRICO
					AI	AS	TOTAL	
A-01	0+020	ao	0+200	0+120	0	8	8	8
ATPLE	0+000	ao	0+232,58	0+116,29	0	109	109	109
ATPLD	0+000	ao	0+232,58	0+116,29	0	109	109	109
TOTAL					0	226	226	226





PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

9.5. Cortes

Os materiais dos cortes a serem escavados estão classificados somente como de 1ª categoria. Os volumes são apresentados a seguir separadamente para cada arruamento.

Tabela 21 - Rua Atlântica

DESIGNAÇÃO	LOCALIZAÇÃO			CM	VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO
(nº)	(km ao km)			(km)	1 CAT	TOTAL	
C-01	32+260	ao	32+300	0+232,83	967	967	AT/ATPLELD/BF
C-02	32+500	ao	32+880	0+759,11	1050	1050	AT/ATPLELD/BF
C-03	33+020	ao	33+420	1+302,72	1.053	1.053	AT/ATPLELD/BF
C-04	33+021	ao	33+421	1+721,36	1095	1095	AT/ATPLELD/BF
C-05	33+022	ao	33+422	2+107,59	462	462	AT/ATPLELD/BF
TOTAL					4.627	4.627	

Tabela 22 – Avenida Brasil

DESIGNAÇÃO	LOCALIZAÇÃO			CM	VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO
(nº)	(km ao km)			(km)	1 CAT	TOTAL	
C-01	0+000	ao	0+500	0+262,13	1.055	1.055	AT,ATPLE,LD / BF
C-02	0+500	ao	1+000	0+747,56	1.031	1.031	AT,ATPLE,LD / BF
C-03	1+000	ao	1+500	1+269,60	1.072	1.072	AT,ATPLE,LD / BF
C-04	1+500	ao	2+039,48	1+815,34	952	952	AT,ATPLE,LD / BF
TOTAL					4.109	4.109	

Tabela 23 - Rua Parque Cassino

DESIGNAÇÃO	LOCALIZAÇÃO			CM	VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO
(nº)	(km ao km)			(km)	1 CAT	TOTAL	
C-01	0+100	ao	0+938,90	0+542,97	2.364	2.364	ATPLE,LD / BF
TOTAL					2.364	2.364	

Tabela 24 - Avenida Querência

DESIGNAÇÃO	LOCALIZAÇÃO			CM	VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO
(nº)	(km ao km)			(km)	1 CAT	TOTAL	
C-01	0+000	ao	0+244,64	0+128,34	686	686	ATPLE,LD / BF
TOTAL					686	686	





PROJETOS DE INFRAESTRUTURA
DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

Tabela 25 - Rua G

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)	CM (km)	VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO
			1 CAT	TOTAL	
C-01	0+000 ao 0+100	0+050	216	216	ATPLE,LD / BF
TOTAL			216	216	

Tabela 26 - Rua Stella Maris

DESIGNAÇÃO (nº)	LOCALIZAÇÃO (km ao km)	CM (km)	VOLUME (m³)		UTILIZAÇÃO
			1 CAT	TOTAL	
C-01	0+000 ao 0+232,58	0+121,95	662	662	AS / BF
TOTAL			662	662	

9.6. Rebaixamento do Subleito

Haverá rebaixamento apenas na Avenida Atlântica, conforme Tabela 27.

Tabela 27 – Rebaixamento do subleito

RB	Início (Km)	Final (km)	Ext (m)	ISC	ESP (cm)	Vol (m³)
RB-01	1+900	2+100	200	7,3	0,60	840,00

9.7. Serviços Preliminares de Terraplenagem

Foram previstos serviços de limpeza e desmatamento na vala existente ao longo da Avenida Atlântica.

9.8. Distribuição dos Materiais

A premissa adotada para a distribuição dos volumes dos materiais de terraplenagem foi a de conseguir-se uma uniformização do subleito, em termos de índice suporte, compatível com o valor indicado pelos Estudos Geotécnicos. Calculados os volumes, definiu-se a localização e o centro de massa dos segmentos



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

de cortes e aterros, enumerando-os em ordem sequencial, para a elaboração do Quadro de Origem e Destino dos Materiais Escavados, apresentados no Volume 2 – Projeto de Terraplenagem.

Os materiais destinados ao bota-fora, conforme orientações da Prefeitura Municipal de Rio Grande. O Anexo 5 - Licença de Operação do Bota-fora.

9.9. Nota de Serviço de Terraplenagem

As Notas de Serviços de Terraplenagem são apresentadas no Anexo 6 – Planilha de Coordenadas e Notas de Serviço de Terraplenagem.

9.10. Enleivamento

Prevê-se o enleivamento das faixas de serviço e acesso.

9.11. Considerações Gerais

Todos os serviços de terraplenagem deverão ser executados conforme as Especificações Gerais do DNIT e em especial:

DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares

DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes

DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

10 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

10. PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

10.1. Introdução

A seguir está apresentado o projeto executivo de pavimentação proposto para o arruamento do bairro Querência na Praia do Cassino, no município de Rio Grande no estado do Rio Grande do Sul. O projeto contempla o dimensionamento dos pavimentos das seguintes ruas perfazendo um total de 5,6km de extensão:

- Av. Querência
- Rua G e Av. Parque Cassino
- Av. Atlântica
- Av. Brasil
- Rua Stella Maris

10.2. Tráfego de Projeto

Para o dimensionamento de pavimentos rodoviários ou urbanos é necessária à determinação do chamado Número N como tráfego de projeto. Tal consideração normaliza os vários tipos de veículos existentes no espectro de cargas (eixos simples, tandem duplo e tandem triplo) em passagens do chamado “eixo-padrão”. Para tanto, foram considerados os estudos de tráfego apresentados anteriormente e estão aqui apresentados para composição do tráfego de projeto.

As características da frota consideradas para determinação do Número N são aquelas descritas no estudo de tráfego e resumidas abaixo na Tabela 28.

Tabela 28 - Características da frota considerada para composição do tráfego de projeto.

Descrição	Parâmetros
Taxa de Crescimento	var de 2,0% a 4,5%
Fator Regional	1,0
Fator de Veículo Coletivo	0,3450
Fator de Veículo de Carga Leve	0,0630



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

Descrição	Parâmetros
Fator de Veículo de Carga Média	1,3710
Fator de Veículo de Carga Pesada	4,9860
Fator de Veículo de Carga Ultra Pesada	11,2050

Conforme os estudos apresentados, a partir dos volumes médios diários estimados para o tráfego e as características da frota consideradas acima, foi determinada a evolução do número "N" ao longo do período de projeto para um horizonte de 10 anos, entre 2015 e 2024, conforme dados da Tabela 29 abaixo.

Tabela 29 - Tráfego de Projeto – Número N.

Ano	Veículo			Taxa de Crescimento	Total	N (10E6)	N Acumulado (10E6)
	Passeio	Coletivo	Carga				
2010	788	81	178	3,8%	1047	0,15	
2011	818	84	185	3,8%	1087	0,16	
2012	849	87	192	3,8%	1128	0,17	
2013	881	91	199	3,8%	1171	0,17	
2014	915	94	207	3,8%	1215	0,18	
2015	950	98	214	3,8%	1262	0,19	0,19
2016	986	101	223	2,0%	1310	0,19	0,38
2017	1005	103	227	2,0%	1336	0,20	0,58
2018	1025	105	232	2,0%	1362	0,20	0,78
2019	1046	108	236	4,1%	1390	0,21	0,98
2020	1089	112	246	4,1%	1447	0,21	1,20
2021	1133	117	256	4,1%	1506	0,22	1,42
2022	1180	121	267	4,1%	1568	0,23	1,65
2023	1228	126	277	4,1%	1632	0,24	1,89
2024	1279	131	289	4,5%	1699	0,25	2,14

O período de projeto segue a recomendação do manual de "DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO" da Prefeitura de São Paulo – IP-06/2004, descrito a seguir, considerado para o dimensionamento do pavimento. O fluxo foi considerado igual para todas as ruas do projeto.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

10.3. Materiais

10.3.1. Características do Subleito

O solo encontrando nas áreas do terreno do bairro Querência na área do projeto são de origem arenosa, compatível com a região litorânea pertencente à macrozona geológica da Planície Costeira.

Os solos de subleito podem ser descritos essencialmente como areia fina marrom ou cinza, de expansibilidade quase nula ($<0,1\%$), não plásticas, caracterizadas por um Índice de Grupo igual 0.

Em alguns pontos pode ser identificado presença de revestimentos primários compacto, porém até pequenas profundidades. Considerando-se que o greide projetado será colante e com isto haverá remoção da camada mais superficial, o subleito será considerado conforme apresentado nos estudos geotécnicos, resumidos na Tabela 30.

Tabela 30 - Subleito considerado para projeto de pavimentação.

TRECHO	ISCp (%)
Av. Querência	7,2
Av. Atlântica - Novo Trecho	7,1
Av. Atlântica	8,6
Av. Brasil	9,1
Rua Stella Maris	7,6

É importante que após o corte executado até a profundidade necessária para instalação do pavimento, a camada final de terraplenagem seja compactada e preparada para receber a camada de base.

10.3.2. Camada de Base Granular

Para o projeto de pavimentação deverá ser considerada a execução de uma camada de base granular, tipo brita graduada simples – BGS e deverá obedecer às



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

especificações da norma DNIT 141/2010 – ES. Para este projeto recomenda-se a adoção de uma Faixa D, com ISC > 80% e expansão inferior a 0,5%. Deve-se ainda observar que a fração que passa na peneira nº 40 deve apresentar limite de liquidez inferior ou igual a 25%, e índice de plasticidade inferior ou igual a 6%; quando esses limites forem ultrapassados, o equivalente de areia deve ser maior que 30%.

10.3.3. Camada de Assentamento de Areia

A areia de assentamento tem a função de assentar e intertravar os blocos, além de servir de elemento estrutural de ligação entre a base compactada do pavimento e os blocos intertravados de concreto. Tem por função também, devido à sua estrutura granular, servir como meio de drenagem de água do pavimento, devido à permeabilidade do mesmo. A areia de assentamento deve ser limpa, e livre de qualquer material orgânico ou qualquer objeto estranho. A areia pode ser natural ou artificial produzida de rocha.

A espessura da areia após a compactação das peças de concreto deve ser uniforme e situar-se entre 25 e 40 mm; para tanto, é necessário um pequeno acréscimo na espessura inicial da camada de areia espalhada entre as mestras. Normalmente, a espessura final desejada é alcançada usando-se mestras com 5 cm de altura, o que proporciona a obtenção de um colchão solto com a mesma espessura (antes da colocação dos blocos). Para este projeto adotou-se uma camada de assentamento de 5,0 cm e considera-se que a camada final terá uma altura de 2,5 cm.

A graduação da areia deve seguir a especificação granulométrica da norma ABNT 15953. Caso não seja possível utilizar areia, deve-se usar o pó de pedra.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

10.3.4. Camada de Revestimento

Como camada de revestimento será adotado a pavimentação em peças de concreto com altura de 8 cm compatível com o tráfego previsto de projeto. A resistência dos blocos deverá ser superior a 35 MPa.

Deve ser feito controle tecnológico da resistência à compressão dos blocos de pavimentação conforme a norma “NBR 9780 - Peças de Concreto para Pavimentação – Determinação da Resistência à Compressão (Método de ensaio)” e “ABNT NBR 9781:2013 – PEÇAS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO” — Especificação e métodos de ensaio – bem como o controle estatístico dos resultados lá especificados para critérios de aceitação dos blocos a serem empregados na obra.

A montagem dos blocos deverá obedecer ao formato espinha de peixe e seguir um padrão de assentamento de forma a atingir o máximo rendimento bem como possibilitar o trabalho simultâneo de mais de um colocador, deslocando-se lateralmente. Recomenda-se o padrão de assentamento ilustrado na Figura 18, conforme especificado no Manual de Pavimento Intertravado (2010)⁴.

⁴ PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010. 36p.
<http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/08/ManualPavimentoIntertravado.pdf>



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE



Figura 18 - Padrão de assentamento tipo espinha de peixe.

As juntas entre os blocos têm que ter 3 mm em média (mínimo 2,5 mm e máximo 4 mm). Alguns blocos têm separadores com a medida certa das juntas. Os blocos não devem ficar excessivamente juntos, ou seja, com as juntas muito fechadas.

10.4. Dimensionamento do Pavimento

A pavimentação do bairro Querência na Praia do Cassino já apresenta em vários de seus arruamentos revestimento com blocos intertravados. Esta técnica é recomendável no ambiente urbano por ser compatível com a fácil instalação e manutenção de redes subterrâneas usualmente densas em áreas urbanizadas. O uso de blocos de concreto facilita a remoção e reinstalação das peças quando da necessidade de manutenções seja no revestimento ou nas redes subterrâneas, sem perda de material.

Considerando-se que este tipo de pavimentação já faz parte daquele ambiente e que é se faz uma solução técnica adequada, o pavimento foi



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

dimensionado para uso de blocos de concreto intertravados. O dimensionamento destes pavimentos é considerado como um pavimento flexível com estrutura composta por uma camada de base seguida por uma camada de revestimento constituída de peças de concreto sobrepostas em uma camada de assentamento.

É na camada de revestimento que o pavimento com blocos intertravados de concreto se difere dos demais pavimentos flexíveis. Por ser construído com peças pré-fabricadas de concreto, torna-se uma unidade pelo intertravamento das peças e compactação das mesmas.

Para o dimensionamento foram considerados três métodos de dimensionamento: pelo método de pavimentos rígidos do DNIT – IPR714 (2005), Método da Prefeitura de São Paulo – IP-06/2004 e manual de dimensionamento de blocos intertravados do ICPI (*Interlock Concrete Pavement Institute*). Dentro os manuais considerados, o IPR714 não foi considerado por não fazer alusão ao tráfego de projeto e seu dimensionamento consiste apenas na determinação da espessura da camada de sub-base.

Uma vez que o manual do ICPI tende a ser opostamente mais austero e conservador no seu dimensionamento, e considerando a ampla adoção do método de dimensionamento da Prefeitura de São Paulo para ambientes urbanos, considerou-se este como sendo o mais adequado para o presente projeto.

Cabe salientar que para uso desta metodologia, o projeto seguiu as diretrizes preconizadas no documento “IP-06/2004 - DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO”, ao qual se destacam algumas considerações:

- a. Supõe-se sempre, que há uma drenagem superficial adequada e que o lençol d'água subterrâneo foi rebaixado a, pelo menos, 1.50 m em relação ao greide de regularização;
- b. A camada de assentamento dos blocos pré-moldados será sempre composta por areia, eventualmente pó-de-pedra, contendo no máximo 5% de silte e



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira de 4,8 mm.

- c. Os blocos deverão ser produzidos por processos que assegurem a obtenção de peças de concreto suficientemente homogêneas e compactas, de modo que atendam ao conjunto de exigências desta instrução especificamente no tocante às normas EM-06, NBR-9780 e NBR 9781;
- d. As peças não devem possuir trincas, fraturas ou outros defeitos que possam prejudicar o seu assentamento e sua resistência e devem ser manipuladas com as devidas precauções, para não terem suas qualidades prejudicadas.
- e. Pressupõe-se que as vias a serem pavimentadas sejam dotadas de toda a infraestrutura, redes de água e esgoto, e captação de água superficial, executada de acordo com as especificações de serviço dos órgãos competentes.
- f. Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ($ISC < 2\%$) e expansão maior do que 4%;
- g. Não será permitido o uso de solos com expansão maior do que 2% para a camada final dos aterros;
- h. No caso de ocorrência de materiais com ISC inferior a 2%, é necessário remover a camada e recompor na espessura de, pelo menos, 1 metro, por material com $ISC > 2\%$. Entretanto, para esta finalidade, nesse projeto optou-se por aterro compactado de, no mínimo, $ISC > 10\%$;
- i. As camadas de base deverão ter $ISC \geq 80\%$ (considerando tráfego $> 1 \times 10^6$), expansão inferior a 0,5%, LL inferior a 25 e IP menor ou igual a 6.
- j. O método admite como limite legal do eixo simples, a carga máxima vigente no Brasil de 10tf em um eixo simples de rodas duplas, ainda que o tráfego de projeto seja determinado segundo o eixo padrão de 8,2tf (80kN) com 551kPa (80psi).

O pavimento deve ser concebido prevendo-se a utilização dos materiais disponíveis na região de maneira a se obter uma estrutura homogênea, com transição gradual em relação ao subleito existente; levando-se em conta o aspecto





PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

econômico e resguardando-se a boa técnica, a adoção de uma camada granular sobre solo local apresenta-se como solução compatível.

Isto, posto, abaixo está descrito a sequência de dimensionamento para efeitos de memória descritiva de cálculo do projeto.

O índice de suporte Califórnia de projeto para as diversas ruas projetadas foram aqueles descritos na Em alguns pontos pode ser identificado presença de revestimentos primários compacto, porém até pequenas profundidades. Considerando-se que o greide projetado será colante e com isto haverá remoção da camada mais superficial, o subleito será considerado conforme apresentado nos estudos geotécnicos, resumidos na Tabela 30.

1. O tráfego de projeto considerado foi de $2,14 \times 10^6$ passagem de eixos padrão (80kN, 80psi), conforme Tabela 29.
2. O tráfego de projeto enquadra-se na classificação de vias coletoras e estruturais com tráfego previsto "Meio pesado" e N característico de 2×10^6 .
3. O bloco de concreto para revestimento – determinado em função do tráfego – deve ter a espessura de 8 cm e resistência a compressão simples entre 35 e 50 MPa, donde se recomenda a adoção de 35MPa por razão do tráfego e das características de mercado deste tipo de peça.
4. A partir do tráfego de projeto e considerando-se que o emprego de base granular o Procedimento a ser adotado é B.
5. Em função da classificação da via e de seu respectivo número de solicitações do eixo simples padrão, bem como do valor do índice de Suporte Califórnia (ISCp) do subleito, foi determinado conforme especificado o método a espessura de material puramente granular (HBG) correspondente à camada de base assentada sobre o subleito.
6. O valor de HBG foi considerado como a camada granular pura necessária como material de base assente sobre o subleito. Os valores das camadas granulares projetadas estão resumidas na Tabela 31.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

Tabela 31 - Resumo das estruturas dimensionadas.

	ISCp (%)	HBG (cm)
Av. Querência	7,2	23,0
Rua G e Av. Parque Cassino	7,1	23,0
Av. Atlântica	8,6	18,0
Av. Brasil	9,1	17,0
Rua Stella Maris	7,6	21,0

10.5. Estruturas Projetadas

As estruturas projetadas para a pavimentação das ruas do Bairro Querência da Praia do Cassino estão ilustradas na abaixo Figura 19. Salienta-se que a espessura de colchão de areia é de 5 cm, de modo que a espessura real é 2,5 cm após a compactação do bloco.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

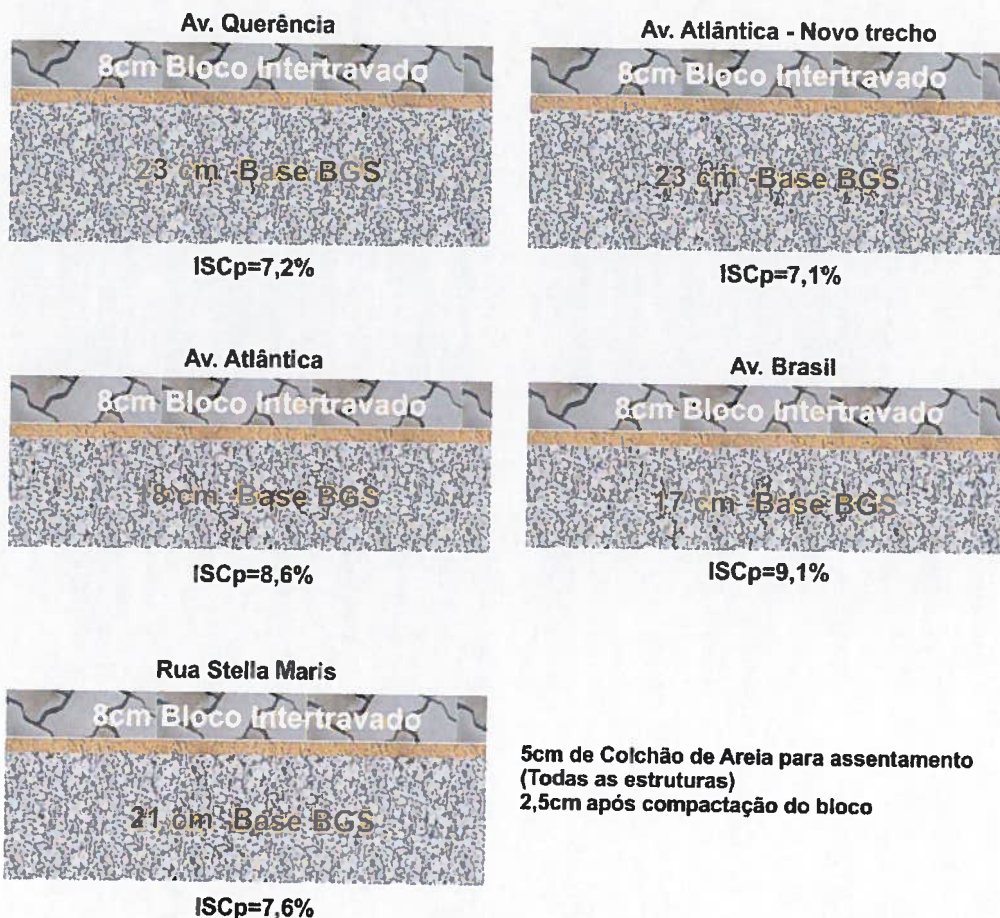


Figura 19 - Estruturas Projetadas.

Obs.: O trecho denominado como Av. Atlântica – Novo trecho refere-se à Rua G e Av. Parque Cassino.

10.6. Recomendações Técnicas

Importante notar que o princípio sobre o qual se baseia o dimensionamento de pavimentos intertravados é sua capacidade de contenção das peças nas laterais e travamento entre as peças que compõem o pavimento. Desta forma, como recomendações técnicas deve-se observar:

1. Que deverá ser utilizado meio-fio nas laterais da via para possibilitar adequada contenção das peças. O MFC-05 ou MFC-03 são soluções



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

adequadas para o projeto. Para este projeto considerou-se a utilização de MFC-05.

2. Que seja aplicado um geotêxtil tipo bidim de 30cm de largura entre a vertical do meio-fio instalado e parte inferior dos blocos junto a este perfazendo um "L" com 30cm de largura por toda a extensão do meio fim. Esta prática visa conter a fuga de areia pelas laterais e com isto reduzir o confinamento dos blocos.
3. Que o padrão de espinha de peixe seja usado no assentamento para melhor intertravamento.
4. Que junto ao meio-fio instalado na lateral as peças mais próximas deste sejam dispostas paralelamente entre si e perpendiculares ao meio-fio na sua maior aresta.

Importante ainda que sejam observadas as recomendações técnicas abaixo para efeitos de instalação:

- A compactação seja executada exclusivamente com placa vibratória e nunca com rolo compactador.
- Que após o assentamento do bloco, seja espalhada e varrida areia fina sobre e juntas de forma a preenche-las e travar as peças instaladas.
- A dimensão máxima característica do material de assentamento deve ser menor que 5 vezes a espessura da camada de assentamento já compactada.
- A entrega no canteiro deve ser em pallets com proteção de faixas de aço, plástico ou enroladas em cubos, sendo possível o uso de empilhadeira ou guindaste. O descarregamento dos blocos no canteiro deve ser feito sem causar danos nos mesmos
- Devem ser observadas as descrições técnicas dos materiais considerados no projeto detalhados no item 10.3.4 para os blocos de pavimentação, no item 10.3.3 para a camada de assentamento de areia, e 0 para a camada de base.



PROJETOS DE INFRAESTRUTURA DE ENGENHARIA PARA CASSINO EM RIO GRANDE

- A resistência da peça já deve ter sido atingida quando da compactação da mesma.
- As juntas devem ter abertura em torno de 3 mm e estar sempre preenchidas com areia.
- A superfície reguada de areia para instalação dos blocos não deve ter calombos nem buracos.

Recomenda-se seguir as práticas de instalação recomendadas no manual “PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010. 36p.”; a publicação encontra-se disponível para download em 14/07/2015 no endereço abaixo:

<http://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/08/ManualPavimentoIntertravado.pdf>

As normas abaixo devem ser rigorosamente seguidas:

- NBR 9780 - Peças de Concreto para Pavimentação – Determinação da Resistência à Compressão (Método de ensaio).
- NBR 9781 - Peças de Concreto para Pavimentação – Especificação.
- NBR 15953– Pavimento intertravado com peças de concreto — Execução
- NBR 7211 - Agregados para concreto – Especificação. O material de assentamento deve cumprir as especificações desta norma quanto à presença de torrões de argila, materiais friáveis e impurezas orgânicas.

Caso haja quaisquer divergências ou dúvidas sobre a qualidade dos materiais a serem considerados na camada de base, deverão ser observadas as seguintes normativas da ABNT: NBR 11803, NBR 11804, NBR11806, NBR11798 e NBR15115.