

ESTUDO DE CASO: USO DE PAVER DE CONCRETO PARA EMPREGO EM PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA: DIMENSIONAMENTO E EXECUÇÃO

Pereira, Grazielle Gleidy Floriano¹
Simão, Kamila de Oliveira²
FARIA, Msc. Michela Steluti Poleti³

RESUMO

Este trabalho contempla um estudo de caso, buscando promover o conhecimento da aplicação das etapas de construção do pavimento intertravado entorno da via pública na cidade de Guaratuba do estado do Paraná. Para isso, foi realizado o método de dimensionamento seguindo as diretrizes de informações na bibliografia e comparações da norma da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) que define os pisos intertravados de concreto de fácil instalação e que auxiliam no processo de absorção de água. Sendo o objetivo do trabalho fazer um comparativo entre as informações contidas na bibliografia e a realidade de campo quanto à execução do pavimento intertravado com blocos de concreto. Foi realizado dois dimensionamento para a mesma via, pois, os dados obtidos foram de via de tráfego leve em baixa temporada e tráfego meio pesado em alta temporada, devido a via ser próxima de balneário litorânea, considerado alta temporada de dezembro a fevereiro e baixa temporada de março a novembro. Posteriormente, foi realizado um acompanhamento do processo da execução da via estudada por meio de um formulário de acompanhamento de obra, onde foi possível eleger as etapas da construção do pavimento em cada trecho executado. No resultado, foi possível observar a norma e literatura bibliográfica, onde foram parcialmente atendidas para construção deste pavimento intertravado, no que se refere a execução. Com fundamento no estudo de caso, foram feitas considerações e sugestões para contribuir com a execução adequada deste tipo de pavimento, como melhorar a forma de estocagem de materiais de assentamento e rejuntamento, evitando ficar exposto nas intempéries naturais, protegendo os agregados de escoar e se perder sobre o solo.

Palavras-chaves: Pavimento Intertravado; Dimensionamento; Execução; Bloco de Concreto

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil vem se aperfeiçoando e gerando novas mudanças e crescimento tecnológicos no paradigma em caminhar com a sustentabilidade e o sistema econômico, desta forma, pode-se afirmar que o bloco de concreto do tipo

¹Graduanda(o) do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNISOCIESC, grazigleidy@gmail.com; ²Graduanda(o) do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário UNISOCIESC, simao.kamilla@gmail.com; ³Professora orientadora: MSc, Centro Universitário UNISOCIESC, michela.steluti@unisociesc.com.br;

paver para pavimento intertravado no Brasil está em evidência e destaque pelos sumo benefícios e demanda favorável nas vantagens que apresenta.(GUIMARÃES, 2015).

A utilização dessa técnica em outros países como Europa é comum e viável desde o ano de 1960, sendo adotada nas obras no Brasil a partir dos anos 1970. Com a estrutura caracterizada por encaixes de blocos entre si, distribuindo os esforços e os carregamentos sobre as peças e solo, evoluindo para uma alternativa mais rápida e sólida para revestimento de pavimentos. (MEDEIROS, 1993).

Com o aumento da utilização dos blocos de concreto, vem crescendo também o número de fábricas produtoras, com diferentes tipos de equipamentos utilizados, níveis de controle da produção e qualidades de produto final (CORRÊA, 2013).

Para Fioriti (2007) Os blocos pré-fabricados de concreto, chamados de Pavers, possuem algumas vantagens como facilidade de assentamento e, com isso, liberando o tráfego rapidamente, fácil acessibilidade às redes subterrâneas, praticidade na manutenção e a permeabilidade que essa pavimentação proporciona, e, por fim, auxiliando na drenagem urbana.

Este trabalho teve como objetivo geral estudar o uso de paver de concreto para emprego em pavimentação intertravada, tanto no seu dimensionamento como na execução. Os objetivos específicos foram: estudar o processo de construção deste tipo de pavimento, dimensionar a via pavimentada para tráfego leve e meio pesado, demonstrando o método adotado que é método da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland); realizar um comparativo entre os procedimentos A e B, descritos abaixo pela Associação Brasileira de Cimento Portland, e acompanhar as etapas de execução da construção do pavimento intertravado por meio de um formulário baseado na normativa da ABNT NBR 15953:2011.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados temas relacionados à pavimentação intertravado, processo de fabricação e dimensionamento, propiciando deste modo os conceitos e posteriormente a possibilidade de avaliar o objeto de pesquisa deste estudo de caso.

2.1. BREVE HISTÓRICO DA PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA

Os pavimentos intertravados são utilizados há milhares de anos pelo mundo. Na Mesopotâmia há quase 5.000 anos a.C. e no Império Romano desde 2.000 a.C., era utilizado um modelo semelhante para a pavimentação de vias, revestidas de pedras brutas (ABCP, 2010). Posteriormente, os pavimentos feitos de pedras brutas evoluíram para pedras talhadas manualmente e passaram a ser denominados paralelepípedos. As pedras eram moldadas para que houvesse melhor ajuste entre elas durante a pavimentação (ABCP, 2010).

Nos anos 1960, as tecnologias utilizadas na fabricação e execução dos blocos cresceram na Europa, juntamente com o mercado, se espalhando a partir desse momento pelo resto do mundo (PAGE, 1998). No Brasil, seu uso se iniciou na década de 1970 e desde então diversos aperfeiçoamentos foram incluídos na fabricação dos blocos (HALLACK, 1999).

Para Hallack (2001), no Brasil a técnica de pavimentação com blocos cimentícios surge nos anos 1970, ainda bastante incipiente e muitas vezes sem obedecer a critérios técnicos mínimos.

De acordo com Madrid (2004), a pavimentação de ruas com blocos intertravados de concreto ainda mostra se incipiente no Brasil. Apesar da utilização em obras como calçadas, estacionamentos e pátios de portos, como por exemplo, o Porto de Paranaguá-PR, o sistema de pavimentação predominante na pavimentação de ruas e estradas do Brasil é o asfalto.

2.1.1 Estrutura do pavimento intertravado

Para Hallack (1998), o pavimento intertravado é composto de subleito, sub-base, base, contenção lateral, areia de assentamento, peças pré-moldadas de concreto, areia de rejuntamento (selagem), conforme mostra a figura 1 abaixo, que são definidos em:

- a) Subleito: é a fundação do pavimento que tem o objetivo de suportar as cargas provenientes do tráfego. Deve-se então dimensionar as camadas subjacentes de forma a proteger o subleito contra os carregamentos excessivos.
- b) Base e Sub-base: são as camadas localizadas entre o subleito e a camada de rolamento, contribuindo para a capacidade estrutural do pavimento. As composições

mais comuns dessas camadas são as granulares, estabilizadas com cimento e concreto compactado com rolo.

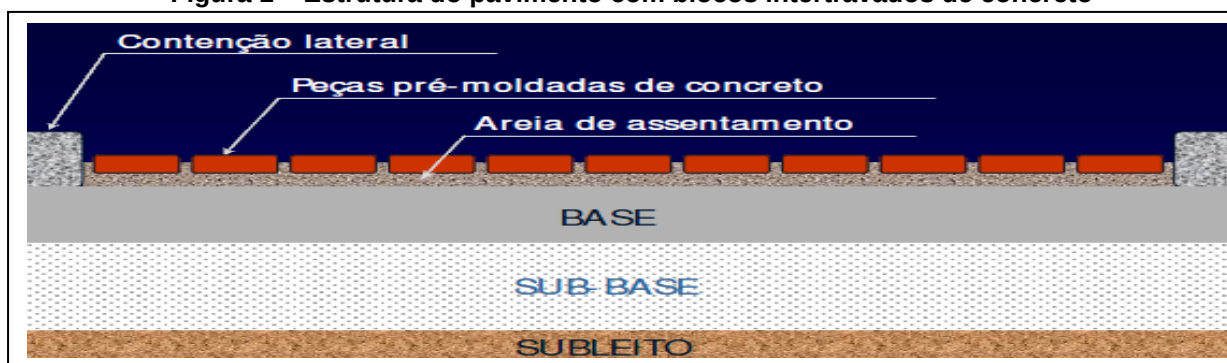
c) Areia de assentamento: é a superfície de apoio para o assentamento dos *pavers*. Ela deve proporcionar uma superfície regular onde se possam assentar as peças e acomodar suas tolerâncias dimensionais de fabricação e aquelas relativas à regularidade da superfície de rolamento do pavimento. A camada de areia funciona também como uma barreira à propagação de eventuais fissuras da base e como fonte de areia para preencher as partes mais baixas das juntas. Uma espessura excessiva torna-se uma fonte potencial de deficiências e assentamentos. Recomenda-se que a camada de areia tenha de 3 cm a 4 cm de espessura após a compactação das peças.

d) Camada de rolamento: responsável por suportar a abrasão provocada pelo tráfego e pelo intemperismo, também contribui com a capacidade estrutural do pavimento. Para se ter uma camada de rolamento adequada é necessário que se obedeça a alguns requisitos como peças com dimensões uniformes, compactação adequada de todo o conjunto e juntas pequenas seladas com areia.

e) Areia de rejuntamento: camada de areia média responsável pela selagem das juntas, pode variar de 3 mm até 10 mm dependendo do projeto. O preenchimento das juntas com areia promove diminuição das deflexões e aumento da capacidade de suporte do revestimento do pavimento.

f) Contenção lateral: é responsável pelo travamento da estrutura da camada de rolamento. Deve ser rígido e sempre apoiado na base. Em caso de caixas de inspeção, jardim, postes, deve ser feita uma base de contenção lateral circundando seu perímetro para não perder o travamento das peças, impedindo o deslocamento lateral das peças.

Figura 1 – Estrutura do pavimento com blocos intertravados de concreto



Fonte: ABCP (2001).

2.2 FABRICAÇÃO

De acordo com as instruções da (ABCP, 2016) As peças de concreto são produzidas industrialmente em vibroprensas que proporcionam elevada compactação às peças, aumentando sua resistência mecânica e durabilidade. Após a moldagem nas vibroprensas, as peças são curadas em câmaras que mantêm constante a umidade relativa acima dos 95%. Isto garante a hidratação do cimento e proporciona menor absorção de água da peça, que deve ser menor ou igual a 6%. O período de cura na câmara gira em torno de 24 horas e a cura final no pátio depende de algumas condições industriais, ficando entre 7 e 28 dias. Portanto, as peças já chegam prontas à obra e o processo industrializado garante ainda a uniformidade de cor, textura e das dimensões das peças.

2.3 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

As áreas de tráfego leve são, normalmente, calçadas, pátios, estacionamento, praças, ciclovias, entre outros. Apesar de ser um dos territórios em que mais vem se utilizando o pavimento intertravado, muito pouco existe sobre o dimensionamento de pavimentos intertravados em áreas de tráfego leve. (Godinho, 2009).

2.3.1 Metodos de Dimensionamento ABCP

Os pavimentos de blocos pré-moldados de concreto para vias urbanas são, nesta Instrução de Projeto, dimensionados por dois métodos de cálculo preconizados pela ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, aqui transcritos, sendo o seu entendimento e a sua aplicação o ilustrados com exemplos práticos - Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP), IP 6.

Segundo Sofia Baulé (2018) deve ser realizado um estudo geotécnico do subleito para a definição do Índice e Suporte Califórnia (ISC ou California Bearing Ratio – CBR), ou seja, da capacidade de suporte do solo ou do material de empréstimo caso utilizado. Deve ser feito também um estudo de tráfego para a definição do número “N” de solicitações equivalentes ao eixo simples padrão, representado por um eixo simples de rodagem dupla com 80kN, na via em estudo.

Para os pavimentos intertravados, é considerada, no Brasil, uma carga máxima legal de 10 toneladas por eixo simples de rodagem dupla (100kN/ESRD).

A partir do estudo de caracterização do tráfego, é realizada a classificação da via a ser pavimentada de acordo com a normativa IP-02 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004) da Prefeitura de São Paulo, que deve preceder a aplicação dos métodos de dimensionamento, de acordo com (SOFIA BAULÉ, 2018). Como podemos observar no tabela 1, que resume os principais parametros de classificações das vias obtidas da referida diretriz.

Tabela 1 – Classificação das vias e parametros de trafego.

Função Predominante	Tráfego Previsto	Vida de Projeto ANOS	Volume inicial na faixa mais carregada		Equivalente por veículo	N Característico
			Veículo leve	Caminhão e Onibus		
Via local residencial com passagem	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,5	10^5
Via coletora secundaria	Médio	10	401 a 1500	21 a 100	1,5	5×10^5
Via coletora Principal	Medio Pesado	10	1501 a 5000	101 a 300	2,3	2×10^6
Via arterial	Pesado	12	5001 a 10000	301 a 1000	5,9	2×10^7
Via arterial principal ou expressa	Muito Pesado	12	-	1001 a 2000	5,9	5×10^7
faixa exclusiva de onibus	Volume Medio	12	-	<500		10^7
	Volume Elevado	12	-	>500		5×10^7

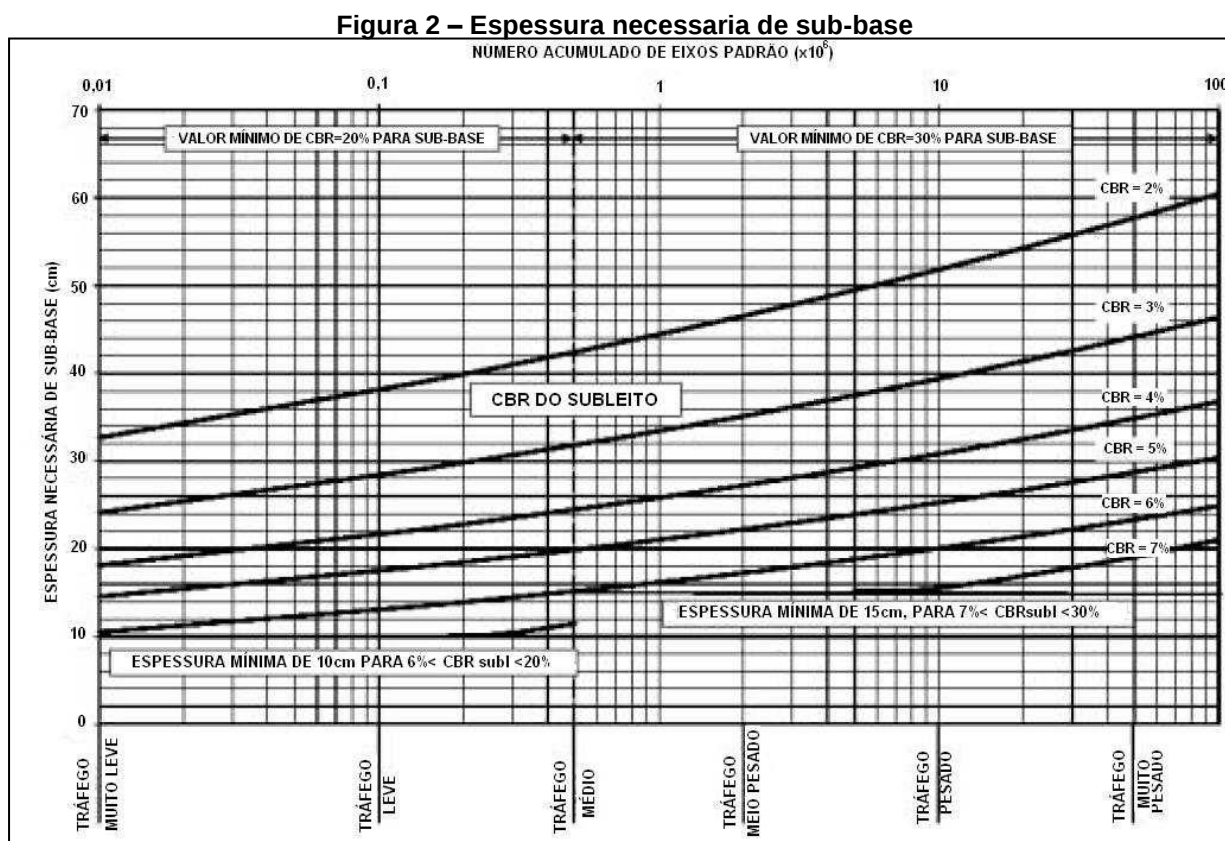
Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (2004)

A normativa da Prefeitura de São Paulo, IP-06 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004) fala que 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) Procedimento A (ABCP- ET27)

Este procedimento foi adaptado pela ABCP no Estudo Técnico nº 27 do trabalho original proposto pela BCA - "British Cement Association", com a utilização de bases cimentadas. (IP-06 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004), e ainda nos fala que o método utiliza, para o dimensionamento da estrutura do

pavimento, dois gráficos de leitura direta, fornecendo as espessuras necessárias das camadas constituintes do pavimento. Na figura 2, abaixo, fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número "N" de solicitações.



Fonte: Carvalho (1998, p. 22).

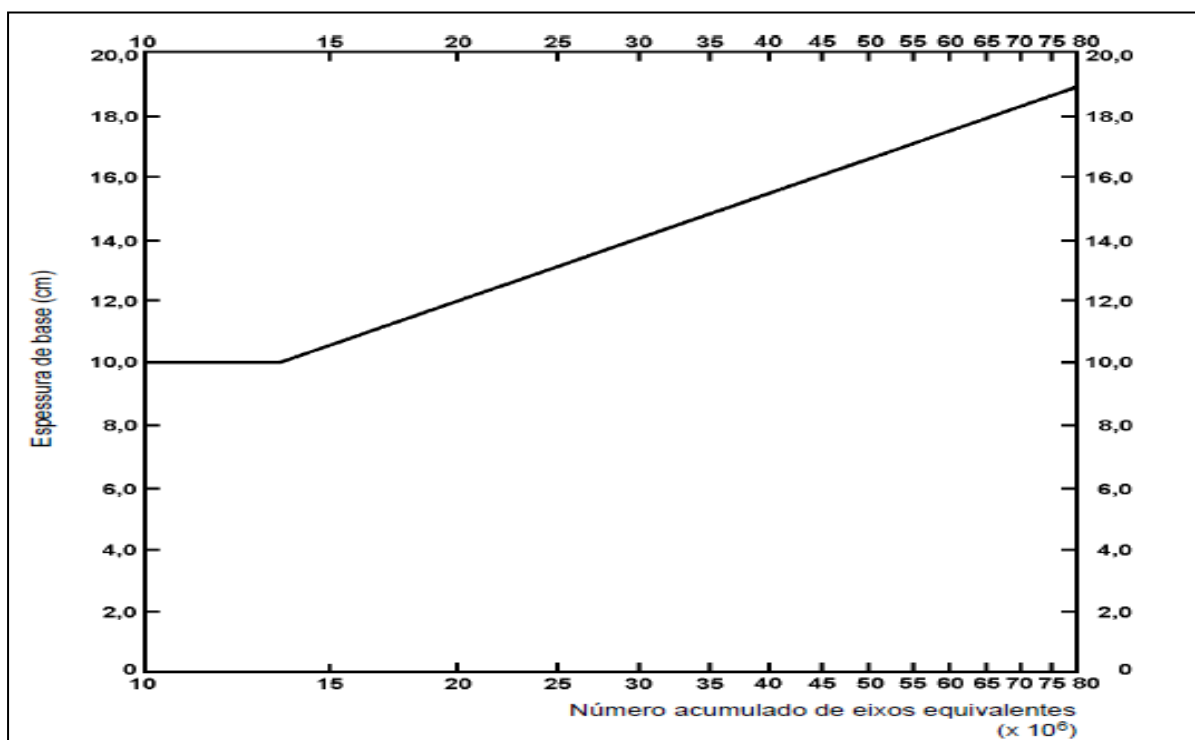
Segundo Carvalho (1998) este gráfico fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR do subleito e do número de solicitações do eixo padrão (N) e ainda fala que:

- 1) Quando $N \geq 0,5 \times 10^6$, o material de sub-base deve apresentar um CBR mínimo de 30%.
- 2) Quando $N < 0,5 \times 10^6$, o material de sub-base deve apresentar um CBR mínimo de 20%.
- 3) Quando $N < 0,5 \times 10^6$ e o subleito apresentar um CBR igual ou superior a 20%, não é necessária a camada de sub-base.
- 4) Quando $N \geq 0,5 \times 10^6$ e o subleito apresentar um CBR igual ou superior a 30%, não é necessária a camada de sub-base.

É importante observar que, quando o número de solicitações do eixo padrão.

(N) for inferior a $1,5 \times 10^6$, a camada de base não será necessária. No entanto, recomenda-se o emprego dessa camada com espessura mínima de 10 cm, quando o número de solicitações (N) estiver compreendido entre $1,5 \times 10^6$ e 10^7 (CARVALO, 1998). Na figura 3 mostra a espessura necessária de base de concreto rolado ou solo-cimento, em função do número de solicitações do eixo padrão.

Figura 3 – Espessura necessária de base



Fonte: Carvalho (1998, p. 23).

A camada de revestimento deve ser constituída por blocos que atendam às especificações da normativa ABNT NBR 9781, já descritas anteriormente neste trabalho. A espessura dos blocos é determinada em função do parâmetro “N” conforme a tabela 2 (SOFIA BAULÉ, 2018).

Tabela 2 – Espessura e resistência dos blocos de revestimento

Tráfego	Espessura do revestimento	Resistencia à compressão simple
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 Mpa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 40 MPa
$N \geq 10^7$	10,0 cm	50 Mpa

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (2004)

b) Procedimento B (PCA - Portland Cement Association)

Segundo (IP-06 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004) é uma evolução do método USACE, de pavimentos flexíveis, levando em conta o intertravamento dos blocos, pressupondo uma resistência crescente das camadas, a partir do subleito, de modo que as deformações por cisalhamento por consolidação dos materiais sejam pequenas, a ponto de reduzir ao mínimo as deformações verticais permanentes trilhas de roda.

Esse procedimento foi desenvolvido pelo United States Army Corps of Engineers (USACE) baseado em pesquisas desenvolvidas na Austrália, África do Sul, Grã-Bretanha e Estados Unidos e em observações laboratoriais e de pistas experimentais nas quais o desempenho de pavimentos em serviço foi acompanhado, de acordo com (SOFIA BAULÉ, 2018).

A tabela 3 fornece a espessura de material puramente granular (HBG) correspondente a camada de base assentada sobre o subleito em função da classificação da via em estudo, do número “N” e do CBR do subleito. (IP-06 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004).

Tabela 3 – Espessura necessaria de base pudramente granular (HBG) – Procedimento B

Nº de solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (HCG)										
	Valor do índice de Suporte California do Subleito										
	2	2,5	3	2,5	4	5	6	8	10	15	20
(10 ³)	27	21	17								
4 x 10 ³	29	24	20	17							
8 x 10 ³	33	27	23	19	17						
8 x 10 ³	36	30	25	22	19						
(10 ⁴)	37	31	26	23	20						
4 x 10 ⁴	41	34	29	25	22	17					
8 x 10 ⁴	44	37	32	28	24	18					
8 x 10 ⁴	48	40	35	30	27	21	17				
(10 ⁵)	49	41	36	31	28	22	18				
4 x 10 ⁵	52	44	38	34	30	24	19				
8 x 10 ⁵	56	47	41	36	32	26	21				
8 x 10 ⁵	59	51	44	39	34	28	23				
(10 ⁶)	60	52	45	40	3	29	23	16			
4 x 10 ⁶	64	55	47	42	38	30	25	17			
8 x 10 ⁶	68	58	50	45	40	33	27	19			
8 x 10 ⁶	71	61	53	47	42	34	29	20			
(10 ⁶)	72	62	54	48	43	35	30	21			

Mín. 15

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (2004)

Segundo (IP-06 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004) recomenda-se que, para as vias de tráfego pesado, seja adotada a execução de bases com

materiais mais nobres, que permitirá uma redução das espessuras finais do pavimento, o que será possível com a introdução de bases tratadas com cimento. Recomenda-se, também, que as espessuras mínimas para camadas de base sejam de:

- 15 cm para materiais puramente granulares;
- 10 cm para materiais tratados com cimento.

A espessura mínima dos blocos neste método é de 8cm, podendo ser utilizados blocos de 10cm em condições mais severas de carregamento, ficando a critério do projetista. (Sofia Baulé, 2018).

2.4 EXECUÇÃO

A execução da obra deve seguir todos os requisitos de projeto e, assim como outros documentos comprobatórios (relatórios de ensaio, laudos e etc.), é recomendado que o projeto seja de fácil acesso no canteiro de obras durante toda a execução, sendo arquivado e preservado no prazo previsto na legislação vigente (ABNT, 2011)

2.4.1 Projeto

(FIORITI, 2007) define que se o projeto for apropriado e associado à uma boa execução, com materiais de qualidade, o pavimento intertravado pode ter uma vida útil de até 25 anos.

Segundo a norma NBR 15953 (ABNT, 2011, p.4), o projeto deve conter no mínimo o listado a seguir:

- a) Estabelecer as premissas em função das condições de implantação, utilização do pavimento e interferências em geral;
- b) Avaliar as condições e características do leito;
- c) Estimar as condições de carregamento quanto ao tipo de solicitação, se móvel ou estática, frequência, magnitude e configuração à qual o pavimento estará sujeito;
- d) Especificar ou compatibilizar o sistema de drenagem, quando necessário;

- e) Especificar a estrutura de fundação do pavimento, com espessura, declividade, grau de compactação e materiais utilizados em cada camada;
- f) Especificar o sistema de contenção do pavimento, considerando as condições necessárias para o intertravamento das peças de concreto;
- g) Definir as peças de concreto utilizadas na camada de revestimento, considerando as especificações da NBR 9781.
- h) Definir o padrão de assentamento das peças de concreto, detalhando o alinhamento de partida, pontos de interseção e interferências.
- i) Executar o detalhamento de paginação para o caso de projetos arquitetônicos e paisagísticos específicos.

2.4.2 Subleito

É na camada de subleito que os esforços impostos sobre superfície serão aliviados. São constituídos de material natural, consolidado e compactado, a preocupação maior deve ficar em seus estratos superiores onde os esforços atuam com maior intensidade (BALBO, 2007).

2.4.3 Base e Sub-Base

A utilização desta camada não é obrigatória, pois o uso de espessuras maiores nas camadas superiores aliviam as pressões sobre um subleito fraco, mesmo assim recomenda-se utilizá-la por questões econômicas pois quando empregados exigem camadas menos espessas de base e sub-base que geralmente tem um custo mais elevado (BALBO, 2007).

2.4.4 Contenções

O pavimento intertravado possui quatro tipos de intertravamento (horizontal, vertical, rotacional e de giração), que atuam simultaneamente ao longo de sua vida de serviço e estão descritos a seguir. Para alcançar o travamento adequado indispensável ao seu desempenho, os pavers necessitam de algum tipo de

contenção lateral, comumente meios-fios. Um bom travamento confere aos pavers a capacidade de transmitir as cargas superficiais aplicadas em pequenas áreas, para áreas mais extensas nas camadas de base, mantendo as tensões no subleito dentro de limites admissíveis (SHACKEL, 1990; HALLACK, 1998).

2.4.5 Revestimento

Segundo Cruz (2003), o revestimento é a camada que resiste às tensões de contato entre o veículo e o pavimento e protege as camadas subjacentes da abrasão, além de funcionar como impermeabilizante para a camada de base, mantendo a sua baixa umidade e garantindo a estabilidade da estrutura.

2.5.5.1 SERVIÇOS PRELIMINARES AO ASSENTAMENTO

Antes de executar a camada de assentamento, deve-se realizar um planejamento e preparação do local, com um reconhecimento da área a ser pavimentada, bem como dos locais para estocagem e possíveis acessos para o transporte do material. (ABNT, 2011).

O local deve ser limpo e adequadamente sinalizado e isolado e deve ser verificada a disponibilidade e condições das ferramentas e equipamentos disponíveis para a execução. (ABNT, 2011).

2.5.5.2 CAMADA DE ASSENTAMENTO

A execução do revestimento em si tem início com a colocação da camada de assentamento, a qual jamais deve ser utilizada para corrigir falhas da camada de base (ABCP, 2010).

Segundo a definição de (Cruz, 2003) essa camada deve proporcionar uma superfície regular sobre a qual sejam acomodados os *pavers*, permitindo certa variação nas dimensões dos blocos de concreto.

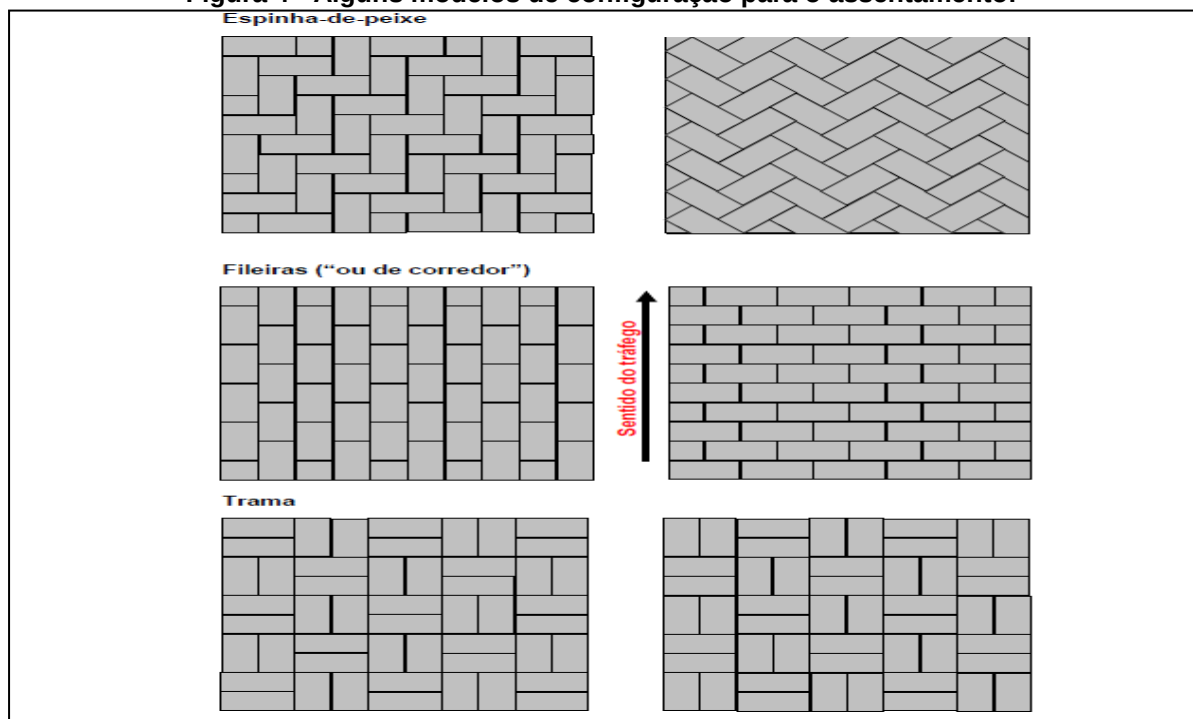
2.5.5.3 ASSENTAMENTO DAS PEÇAS

A colocação dos *pavers* deve ser feita sem que haja deslocamento nos blocos já assentados e, também, sem que se deforme a camada de assentamento já nivelada (FIORITI, 2007).

O assentamento dos blocos é um dos principais responsáveis pela qualidade final do pavimento, sendo fundamental para a durabilidade e bom acabamento do mesmo e, portanto, deve-se ter um controle rigoroso (ABCP, 2010).

Hallack (1998 apud MÜLLER, 2005) relata que o modelo de assentamento escolhido vai influenciar tanto na estética do pavimento como no seu desempenho, no entanto não existe um consenso entre pesquisadores sobre a interferência do tipo de assentamento em sua durabilidade. A Figura 3 apresenta alguns tipos de assentamento de blocos intertravados.

Figura 4 - Alguns modelos de configuração para o assentamento.



Fonte: Hallack (1998 apud MÜLLER, 2005).

2.5.5.4 AJUSTES E ARREMATES

Após assentados os blocos inteiros no trecho a ser pavimentado, devem ser feitos acabamentos nos espaços vazios da camada de revestimento, próximos aos confinamentos internos e externos, com pedaços de blocos, preferencialmente cortados com serra de disco diamantada (ABNT, 2011).

2.5.5.5 COMPACTAÇÃO

A compactação do pavimento é realizada em duas etapas: uma anterior, denominada compactação inicial, e uma posterior ao espalhamento da areia de rejuntamento, chamada de compactação final (ABCP, 2010).

As compactações inicial e final são realizadas da mesma maneira, utilizando os mesmos equipamentos, ambas devendo ser executadas em toda a área pavimentada, não sendo recomendado deixar grandes áreas sem compactação por um longo período (ABCP, 2010).

2.5.5.6 REJUNTAMENTO E JUNTAS

O rejuntamento nada mais é do que o preenchimento das juntas com areia de selagem e é fundamental para que se obtenha o intertravamento entre os blocos de concreto, pois permite a transferência dos esforços entre eles, fazendo com que eles trabalhem em solidariedade, suportando as cargas solicitantes (ABCP, 2010).

2.5.5.7 INSPEÇÃO FINAL

Após a compactação final deve ser realizada a inspeção de toda a área compactada para verificar se as juntas estão completamente preenchidas com areia de rejuntamento e para verificar a existência de peças danificadas para substituí-las (ABNT, 2011).

Caso necessário, o processo de rejuntamento deve ser repetido, com a varrição do material e compactação do pavimento (ABCP, 2010).

O resultado o pavimento deve ser uma superfície nivelada, não apresentando desníveis maiores do que 10mm, medidos com régua metálica de 3 metros de comprimento apoiada sobre a superfície (ABNT, 2011).

2.5.5.8 LIBERAÇÃO AO TRÁFEGO

Após a inspeção final, caso os requisitos sejam todos aprovados, o trecho já pode ser limpo e liberado ao tráfego e uma ou duas semanas depois deve ser feita a

selagem com areia de rejuntamento novamente, para correção de possíveis espaços que restaram nas juntas entre os blocos (ABCP, 2010).

2.5.5.9 MANUTENÇÃO E LIMPEZA

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2010), por outro lado, diz que o pavimento deve ser limpo apenas por meio da varrição ou escovas de cerdas duras de plástico, sendo permitido apenas o esguicho de água com moderação e esporadicamente.

3 METODOLOGIA

Este capítulo abordará as características da pesquisa, as etapas que a compõe e a ambientação do objeto de estudo de caso.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa realizada foi de caráter exploratório, com propósito em um estudo de caso com abordagem quantitativa e qualitativa, baseada em análises de documentos, ensaios, pesquisa de campo, normas, especificações técnicas e pesquisa bibliográfica que trouxe informações acerca do tipo de pavimentação apresentada. Tendo como ênfase, o dimensionamento das camadas de base, sub-base e subleito e revestimento.

3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no município de Guaratuba/PR, utilizando os dados cadastrais da via pública e dados de CBRS fornecido pela Prefeitura Municipal da cidade, a escolha dessa Rua São José dos Pinhais esquina com a Rua Clevelândia deu-se pelo fato desta obra estar em andamento e em fase de execução no município e optou-se por realizar o estudo nesta via. Na figura 5 é possível visualizar a localização do trecho em que foi realizado o estudo de caso.

Figura 5- Rua São José dos Pinhais, Guaratuba – PR. Trecho onde será feito o Dimensionamento e Execução

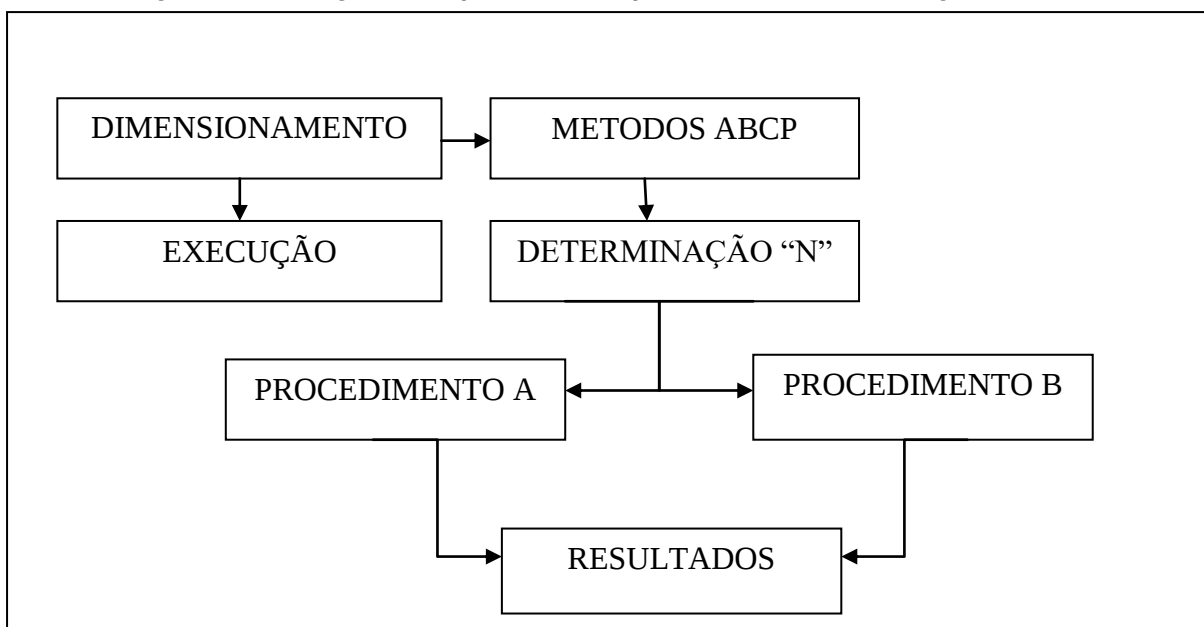


Fonte Google Earth (2021).

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

A Figura 6 apresenta o fluxograma das etapas que estão descritas no desenvolvimento do estudo de caso. Desde a coleta de dados até o dimensionamento do pavimento.

Figura 6 – Fluxograma esquemático do procedimento metodológico do trabalho



Fonte: As autoras(2021)

3.4 PROCEDIMENTO

A pesquisa foi baseada em análise de arquivos científicos e normas técnicas, a fim de compreender acerca do método construtivo da pavimentação intertravada: conhecido como paver e seus elementos constituintes. Para alcançar os objetivos propostos nesse trabalho, foram coletados os resultados dos ensaios CBR (California Bearing Ratio) referentes aos parâmetros do solo utilizados com base em corpos de provas de material para dimensionamento.

3.4.1 Dimensionamento

O dimensionamento do pavimento foi realizado com peças pré-moldadas de concreto para uma via local residencial, com tráfego leve e meio pesado, sendo realizado pelo método sugerido pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), procedimento A e B, através de cálculos e gráficos de leitura direta para determinar as espessuras das camadas do pavimento: base, sub-base e subleito e revestimento.

3.4.2 Execução

Foi realizado um acompanhamento da execução da pavimentação com blocos intertravados de concreto, na via pública na Rua São José dos Pinhais esquina com Rua Clevelândia no bairro Brejatuba da cidade de Guaratuba do estado do Paraná. A via mede aproximadamente 175 metros, que durou entorno de dois meses e foi parcialmente acompanhada para a elaboração desse projeto, desde a terraplanagem até a liberação ao tráfego. Acompanhamento através do formulário encontra-se no Apêndice D.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado neste trabalho o dimensionamento pelo método de cálculo sugerido pela Associação Brasileira de Cimento Portland, descritos na normativa da Prefeitura de São Paulo IP-06 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004).

4.1 DIMENSIONAMENTO PELO MÉTODO DA ABCP

Por se tratar de uma via próxima à praia, o tráfego médio diário é de 357 veículos leves e 6 veículos pesados em baixa temporada, calculado como tráfego leve. Na alta temporada, o tráfego médio diário é de 1.710 veículos leves e 110 veículos pesados, calculado como tráfego meio pesado, como podemos observar no apêndice A.

A partir dos parâmetros encontrados e do CBR do subleito de 11%, foram definidas as espessuras das camadas constituintes da estrutura do pavimento através do gráfico de leitura direta.

Procedimento A para Tráfego leve (análise na cor vermelha no apêndice), pode-se observar na representação gráfica no apêndice E :

- Definido a espessura da sub-base conforme apêndice B, obtido espessura da camada de 10 cm;
- Definido a camada da base para o valor de “N” 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 6,0 cm;
- Camada de rolamento com blocos pré-moldados definidos em função de tráfego é de 6,0 cm, conforme mostra a tabela no apêndice C.

Procedimento B para Tráfego meio pesado (análise na cor azul no apêndice), pode-se observar na representação gráfica no apêndice F:

- Definido a espessura da sub-base conforme apêndice B, obtido espessura da camada de 15 cm;
- Definido a camada da base para o valor de “N”: 2×10^6 , portanto espessura da camada é de no mínimo de 15 cm, no apêndice D;
- Camada de assentamento de areia compactada fica com 6,0 cm;
- Camada de rolamento com blocos pré-moldados definidos em função de tráfego é de 8,0 cm, conforme mostra a tabela no apêndice C.

A estrutura final do pavimento obtida através dos cálculos dos procedimentos A e B sugerido pela ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland e descritos

na normativa da Prefeitura de São Paulo IP-06 (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2004) está representada no quadro 1 abaixo.

Quadro 1 – Representação da configuração final do pavimento do dimensionamento.

Leve - Procedimento A		Meio Pesado - Procedimento B	
Espessura do revestimento	6cm	Espessura do revestimento	8cm
Areia de assentamento	6cm	Areia de assentamento	6cm
Sub-base cbr $\geq$ 20%	10cm	Base	15cm
Subleito cbr = 11%		Sub-base cbr $\geq$ 20%	15cm
		Subleito cbr = 11%	

Fonte: As autoras(2021)

4.2 ACOMPANHAMENTO E ANÁLISE DA EXECUÇÃO

Foi realizado um acompanhamento da execução da pavimentação com blocos intertravados de concreto na Rua São José Dos Pinhais localizado no município de Guaratuba, no estado do Paraná.

O acompanhamento da execução foi realizado com auxílio de um formulário elaborado para afins de verificações de comparativos da literatura estudada com a execução em obra.

O formulário desenvolvido apresenta diversos itens separados por drenagem, terraplanagem e serviços preliminares, subleito, areia de assentamento, compactação, contenção, assentamento do revestimentos, ajustes e arremates, rejuntamento, inspeção final e limpeza. O uso do formulário tem como ênfase orientar o acompanhamento da execução do pavimento, mas não limitar sua análise. É baseado na normativa ABNT NBR 15953:2011, que aborda diretrizes do Manual de Pavimento Intertravado da Associação Brasileira de Cimento Portland, bem como outras recomendações encontradas na literatura.

O acompanhamento foi realizado com o auxílio do formulário no decorrer de toda a etapa de pavimentação da via, em aproximadamente dois meses, nos quais foram observadas todas as etapas da pavimentação, com a captura de imagens e preenchimento do formulário. O formulário preenchido encontra-se no Apêndice D.

A. Projeto

A estrutura dimensionada inicialmente não possui projeto, com base em experiências anteriores, a empreiteira contratada não possuía projeto em arquivo, por ser uma via de pavimentação comunitária em parceria com a prefeitura da cidade, possuía apenas esboço do dimensionamento e procedimentos de como realizar a pavimentação seguindo as normas da ABNT. É possível verificar no apêndice G a representação dos detalhes de projeto da seção da execução do pavimento, feito pelas autoras

B. Drenagem

Neste estudo de caso, conforme diretrizes do município e em virtude das tubulações necessárias se apresentarem sub-dimensionadas na metragem da rua, foi previsto um sistema de drenagem que atende as vazões mínimas. Conforme a figura 7, é possível analisar o procedimento da colocação e utilização dos tubos de concreto. Pôde-se observar que a drenagem superficial se mostrou eficiente, conferindo o escoamento necessário das águas, não sendo prejudicial ao pavimento futuramente.

Figura 7 - Preparação da drenagem (a) e (b) parte da infraestrutura da drenagem executada



Fonte: As autoras(2021)

C. Terraplanagem e Serviços Preliminares

O processo de terraplanagem foi cedida e executada pela prefeitura da cidade, onde foi disponibilizada uma retroescavadeira para abrir as valas e fazer o processo de drenagem com tubulação de concreto de 400 mm pela via. Na etapa seguinte, foi realizada a bate estaca e nivelamento por linha e em seguida cedida também pela prefeitura, uma motoniveladora para fazer o processo de corte da rua e preparar o perímetro do solo para pavimentação e receber o material como aterro, bica corrida e pó de pedra.

D. Base e Sub-base

O prazo da obra era curto, a empreiteira executora assumiu responsabilidade sobre a qualidade dessas camadas, se responsabilizando por qualquer patologia que pudesse ocorrer posteriormente à execução e, assim, foi dispensada a realização dos testes de aceitação por parte da fiscalização, a fim de agilizar a execução da obra. Observa-se que esta prática é comum, especialmente quando a empresa que contrata é privada. As camadas de base e de sub-base foram executadas de forma adequada, obedecendo todas as cotas e caimentos indicados em projeto.

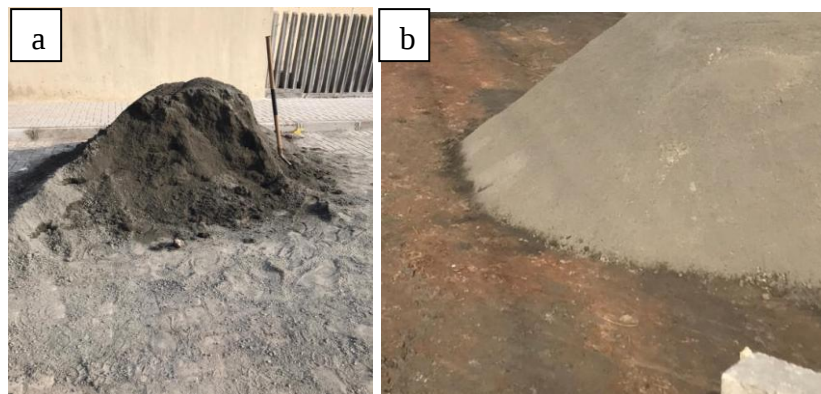
E. Subleito

Segundo o empreiteiro da obra, não foi necessário fazer o reforço do sub-leito, pois a rua se encontrava em ótima condição de alinhamento, caimento e abaulamento (declividade transversal). Na extensão da área da via, o caimento era apenas transversal, existindo caimento longitudinal somente nos cantos do terreno.

F. Areia de Assentamento

O material utilizado na camada de assentamento foi o pó de brita, conhecido também por areia industrial, com espessura de 5 cm, estando de acordo com a NBR 15953/2011. O agregado era estocado ao ar livre, como na Figura 8, e transportado para a “frente de trabalho” com carrinhos de mão.

Figura 8 – Pó de brita em uso (a) e (b) Estocagem do pó de brita de assentamento.



Fonte: As autoras(2021)

- **Compactação**

Após a via receber os materiais como a bica graduada, foi compactada com o rolo compressor para aderir o agregado no solo, tornando as camadas de sub-leito e base resistente para receber a camada de pó de brita e revestimento posteriormente. Após o assentamento do revestimento foi passado o rolo compressor para auxiliar na penetração do material de assentamento nas juntas, verificando o estágio de intertravamento e fornecer mais estabilidade ao pavimento, deste modo era possível conferir se alguma peça do pré moldado cederia a danificação e posteriormente efetuar a troca do produto. No final da compactação, as poucas peças danificadas eram substituída por um membro da equipe da empreiteira, sendo possível concluir a integridade e alinhamento dos blocos, como o preenchimento das juntas. Na figura 9 abaixo, é possível verificar o rolo compressor sobre a via.

Figura 9 - Compactação



Fonte: As autoras(2021)

- Assentamento de Revestimentos

Foram utilizadas blocos de 8 cm de espessura e resistência à compressão de 35MPa, os blocos eram todos retangulares com paginação em espinha de peixe, conforme os detalhes da Figura 10. No acabamento próximo a contenção o assentamento foi em fileiras e retangulares nas áreas próxima a calçadas.

Figura 10 - Assentamento do Revestimento (a) e Detalhes do assentamento (b)

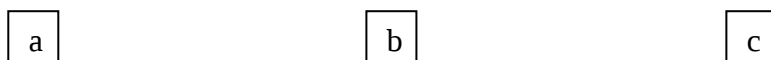


Fonte: As autoras(2021)

G. Contenções Laterais

As contenções laterais utilizada é de concreto pré-moldado com medidas de 0,80 x 0,3 x 0,15, conforme detalhe mostrado na Figura 11. As peças foram instaladas de forma manual, concretadas entre elas e fixadas diretamente na base do pavimento, essa etapa era realizada primeiramente, para após iniciar no assentamento do revestimento, conforme recomendado em norma.

Figura 11 – Modelo de Contenção Lateral utilizado (a), Início da instalação (b) e Resultado da execução com o revestimento (c).





Fonte: As autoras(2021)

H. Rejuntamento, Ajustes e Arremates

Os ajustes e arremates foram feitos a fim de realizar os acabamentos e fechamentos do pavimento, os acabamentos entre os blocos sobre a via foi realizando no pó de brita (areia artificial) sem utilização de argamassa, conforme recomenda a literatura. Em algumas áreas, foi preenchido um espaço muito grande com material de rejuntamento e, em outros, foram utilizados pedaços muito pequenos dos blocos para realizar o acabamento, apesar dessas áreas fugirem do recomendado, o acabamento no geral ficou visualmente bom e foi aceito pelo contratante e, conseqüentemente, não houve problemas. Na figura 12 é possível visualizar o rejuntamento, os ajustes e arremates

Figura 12 – Ajustes e Arremates (a), Reuntamento (b)



I. Inspeção Final e Liberação do Tráfego

Foi feita a verificação em toda via, pois, o pavimento deve ser uma superfície nivelada e não apresentar desníveis maiores do que 10mm, medindo com uma régua metálica apoiada sobre a superfície. Posteriormente, foi verificado na inspeção final os caimentos da drenagem, acessibilidade, qualidade dos rejuntas e arremates. Após todas essas verificações foi liberada o pavimento para varrição final, por meio de vassourão e logo em seguida liberada para tráfego. Na figura 13 é possível visualizar o pavimento intertravado finalizado e amplitude da via.

Figura 13 – Pavimento finalizado e liberado para tráfego



Fonte: As autoras(2021)

Ao analisar o processo de execução do pavimento intertravado, buscamos realizar um complemento do estudo de caso como orçamento de estimativo de valores gasto para pavimentar a via em que foi realizado o estudo de caso, observando os custos na tabela 5, como podemos abaixo.

Tabela 5 – Orçamento Estimativa Pavimento Intertravado

Orçamento Estimativa Pavimento Intertravado				
Materiais	R\$/ uni	unidade	R\$	
Bloco de concreto pré moldado - Paver	R\$ 32,90	m ²	R\$ 32,90	m ²
Mao de obra	R\$ 30,00	m ²	R\$ 30,00	m ²
Bica graduada	R\$ 85,00	m ³	R\$ 4,25	m ³
Bica corrida	R\$ 85,00	m ³	R\$ 8,50	m ³
Pó de pedra para rejuntamento	R\$ 82,00	m ³	R\$ 0,82	m ³
Contenção Lateral (pallet com 20 peças)	R\$ 250,00	m/ linear	R\$ 12,50	pç
Total			R\$ 88,97	

Fontes: As Autoras (2021)

Portanto, o custo para esse pavimento intertravado ficou em R\$ 88,97 o m².

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término do estudo, pode-se observar que o método utilizado neste trabalho obteve estruturas com espessuras alguns centímetros a mais que a outra. Sendo, no dimensionamento de tráfego leve, procedimento A, os cálculos realizados resultaram em um pavimento com um total de 22 centímetros. O dimensionamento de tráfego meio pesado, procedimento B, os cálculos realizados resultaram em um pavimento com 44 centímetros de estrutura, contra o pavimento real de 33 centímetros da execução. Podemos afirmar que a execução ficou entre o procedimento A e B.

A escolha do sistema de pavimentação intertravado se baseou na eficácia a longo prazo do método definido, que é denominado pavimento intertravado de bloco de concreto pré-moldado. Esse procedimento tem inúmeras vantagens, desde a aplicação, como facilidade de montagem e escoamento da água, diminuição da temperatura e vida útil de projeto. Inicialmente, não foi levado em consideração o custo e sim as vantagens operacionais. O método de dimensionamento escolhido foi nomeado pela Associação Brasileira de Cimento Portland, sendo o mais usado no Brasil e o motivo da escolha se dá ao fato de que a associação possui método mais usual e descomplicado, sendo rápido para aplicações nas regiões brasileira.

No acompanhamento da execução do estudo de caso, foi possível analisar o segmento do pavimento, visualizar à sua alta demanda e crescimento neste tipo de aplicação, como uma boa opção para inúmeras situações rodoviárias, vem ganhando confiança entre os consumidores finais.

Na execução da obra alguns índices foi verificados que apresentaram oposição no aconselhável pela literaturas e normativas. Alguns itens principais e observados foram os seguintes abaixo:

A. Realização da compactação com rolo da camada de assentamento, o que não é recomendado pela literatura;

B. Forma de estocagem de materiais de assentamento e rejuntamento, sem nenhuma proteção contra intempéries naturais;

No entanto, muitos dos itens verificados segue as instruções da norma e da bibliografia, sendo assim, algumas técnicas utilizadas que não estão de acordo com

a literatura, não teve nenhuma influência na qualidade final da estrutura, e foram consideradas então adequadas para a obra.

A compactação com o rolo na pavimentação que não é aconselhada pela norma, não trouxe resultados de danificação nos blocos pré moldados, e por isso, não foi necessário a substituição dos intertravados.

Sobre a inspeção final do pavimento, sendo a obra com curto prazo e alguns contra tempos como as variações climáticas, mostrou uma qualidade boa e equipe preparada para demanda, mostrando experiência na colocação e boa produtividade, não obtendo danos e necessidade de troca de blocos, rejuntamento e assentamento de acordo e em perfeito trabalho, juntas com preenchimento total. Alguns cuidados como o agregado (pó de brita) poderia ser tomado, para evitar que o material se disperse pela ações naturais do tempo, ocasionando custo e possível atraso na obra.

O uso do pavimento intertravado é uma característica viável para construção, mostrando a facilidade de ser construída por etapas e trechos, assegurando a execução, baixa manutenção dos blocos de concreto, durabilidade do pavimento e a viabilidade do andamento da obra. As vantagens adquiridas por essa técnica de pavimento é a resistência oferecida, agilidade na aplicação e mão de obra não especializada necessária.

Diante disto, as sugestões de pesquisas futuras para que possam complementar esse desenvolvimento de estudo de caso, são:

- Analisar as estruturas de dimensionamentos de pavimento asfáltico e intertravado;
- Analisar o orçamento entre pavimento asfáltico e intertravado;
- Analisar o processo de execução do pavimento asfáltico e fazer o comparativo com o pavimento intertravado.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos à Deus primeiramente, que encheu nossos corações de luz e contribuiu com a nossa cumplicidade. Agradecemos aos nossos pais e familiares, por todo zelo e compreensão, por entenderem os momentos de ausência. Aos nossos professores o nosso muito obrigada pela ajuda em vários momentos de dificuldade e por todo o aprendizado nesse período do curso. Aos colaboradores e empreiteiro da via que foi pavimentada, pelas informações fundamentais para

elaboração deste artigo. E em especial a nossa orientadora Msc. Michela Steluti por ter aceito esse caminho em nos conduzir nesse estudo, por esclarecer tantas dúvidas e ser atenciosa e paciente conosco. Manifestamos nossa gratidão.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732: CIMENTO PORTLAND COMUM**. ABNT, Rio de Janeiro, 1991a. 2p.

_____. **NBR 7211**, 2005, “Agregado para Concreto - Especificação”, Rio de Janeiro.

_____. **NBR 11768**, 1992, “Aditivo para Concreto de Cimento Portland - Especificação”, Rio de Janeiro.

_____. **NBR 15953**, 2011, “Pavimento Intertravado com Peças de Concreto” - Especificação”, Rio de Janeiro.

_____. **NBR 9781**, 2013, “Peças de Concreto para Pavimentação” - Especificação”, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Pavimento Intertravado: passeio público**. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010.

HALLACK, Abdo. **Dimensionamento de pavimentos com revestimento de peças pré-moldadas de concreto para áreas portuárias e industriais**. 116 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo (USP), 1999.

HALLACK, A. (2001). Pavimento intertravado: uma solução universal. *Revista Prisma*, 1, p. 25-27.

Madrid, G. G. (2004). Acredite: rodovias com intertravados já são realidade. *Revista Prisma*, p.10.

Cunha, Eduardo Rodrigues. **Materiais de Construção I**. 2012. Uberaba.

HALLACK, Abdo; SUZUKI, Carlos Yukio. **Dimensionamento de pavimentos com revestimento de peças pré-moldadas de concreto para áreas portuárias e industriais**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PONTIFICA CATOLICA DE GOIÁS. **Terraplanagem e Pavimentação**.

Disponível em:
<http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/17735/material/Aula%205%20-%20Materiais%20-%20Agregados.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO CONVENCIONAL E. PERMEÁVEL.** Disponível em:
<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021095.pdf> >. Acesso em: 16 out. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO CONVENCIONAL E. PERMEÁVEL.** Disponível em:
<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021095.pdf> >. Acesso em: 16 out. 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **ANÁLISE DO DESEMPENHO DE PISOS TÁTEIS, INTERTRAVADOS, PRODUZIDOS COM AGREGADOS DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC E FIBRAS DE AÇO.** Disponível em:
http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267701/1/Santos_VaniaReginaFerreirados_M.pdf>. Acesso em: 16 out. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS. **COMPARAÇÃO ENTRE OS PROJETOS DE PAVIMENTO ASFÁLTICO E PAVIMENTO INTERTRAVADO PARA FINS DE EXECUÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO DE UM CONDOMÍNIO HORIZONTAL EM SENADOR CANEDO.** Disponível em:
https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/378/1/tcc_%20Gabriela%20Chaves%20Filgueiras.pdf>. Acesso em 16 de out. 2020.

UNIVERSIDADE PARANAENSE. **COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA COM O PISO INTERTRAVADO NO MUNICÍPIO DE LOANDA-PR.** Disponível em:
<https://tcc.unipar.br/files/tccs/8122d63e246ebfcae3513bf56776412b.pdf>>. Acesso em 16 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **MANUAL DE PAVIMENTO INTERTRAVADO.** Disponível em:
https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Manual_Pavimento_Intertravado-1.pdf. Acesso em 16 out. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOÍAS. **PROCESSO PRODUTIVO EM UMA INDÚSTRIA DE ARTEFATOS DE CONCRETO.** DISPONÍVEL EM:
[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/PROCESSO_PRODUTIVO_EM_UM_A_IND%C3%A9ASTRIA_DE_ARTEFATOS_DE_CONCRETO_\(2013\).pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/PROCESSO_PRODUTIVO_EM_UM_A_IND%C3%A9ASTRIA_DE_ARTEFATOS_DE_CONCRETO_(2013).pdf)>. Acesso em 17 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **CIMENTO DIFERENTES E APLICAÇÕES.** DISPONÍVEL EM:
<https://abcp.org.br/imprensa/artigos/cimento-diferentes-tipos-e-aplicacoes/>>. Acesso em 17 de out.2020.

FACULDADE DE SÃO PAULO ROLIM DE MOURA. **CIMENTO PORTLAND COMUM.**

DISPONÍVEL EM:<<https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2015/02/nbr-05732-1991-cimento-portland-comum.pdf>>. Acesso em 17 out. 2020.

MAPA DA OBRA. **CAPACITAÇÃO ADITIVOS DE CONCRETO**. DISPONÍVEL EM:<<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/aditivos-concreto/>>. Acesso em 17 out. 2020.

PONTIFICA CATOLICA DE GOIÁS. **AGREGADOS**. DISPONÍVEL EM:<<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17451/material/Aula%202%20-%20Agregados%20-%202%20p.p..pdf>>. Acesso em 17 out. 2020.

FORUM DA CONSTRUÇÃO. **ÁGUA COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO**. DISPONÍVEL EM:<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=625>>. Acesso em 17 out. 2020.

RAV PROJECTS. **IMPORTÂNCIA DA ÁGUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. DISPONÍVEL EM:<<https://ravprojects.com.br/importancia-da-agua-na-construcao-civil/>>. Acesso em 17 out. 2020.

MAPA DA OBRA. **INOVAÇÃO**. DISPONÍVEL EM:<<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/7108/>>. Acesso em 17 out. 2020.

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS. **ESTUDO DE CONCRETO COM UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC) PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS INTERTRAVADOS PARA PAVIMENTAÇÃO**. DISPONÍVEL EM: <www.ibeas.org.br>. Acesso em 17 out. 2020.

ESCOLA DE ENGENHARIA. **TIPOS DE CIMENTO**. DISPONÍVEL EM:<<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-cimento/>>. 19 OUT. 2020.

FIORITI, Cesar Fabiano. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo**. 2007. 218 f. Tese (Doutorado em Ciencias da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2007. Acesso em 17 out. 2020.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SHACKEL, B. ***Design end construction of interlocking concrete block pavements***. First edition. Elsevier, New York and London, 1990.

HALLACK, A. (1998). **Dimensionamento de pavimentos com revestimento de peças pré-moldadas de concreto para áreas portuárias e industriais**. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **PAVIMENTO INTERTRAVADO: UMA REFLEXÃO SOB A ÓTICA DA DURABILIDADE E SUSTENTABILIDADE**

DISPONÍVEL EM: < https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MMMD-8PDFFY/1/disserta__o_dalter.pdf>. Acesso em 20 out. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **ESTUDO APLICADO DA SOLUÇÃO DE PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO PARA PÁTIO DE ESTACIONAMENTO DE ÔNIBUS.** DISPONÍVEL EM: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/134012/TCC%20-%20Rodrigo%20Machado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 20 out. 2020.
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES. **PAVIMENTO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO NA UNIVATES.** DISPONÍVEL EM: < <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/953/1/2015PaulaOrvanaGuimaraesWiebbelling.pdf>>. Acesso em 20 out. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO ESTUDO DOS ELEMENTOS E MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO.** DISPONÍVEL EM: <[www.coc.ufrj.br](http://www.coc.ufrj.br/component/docman)> component > docman>. Acesso em 20 de out.2020.

Cook, Ian D., Knapton J., 1992, “**Bedding Course Sands**”, **Fourth International concrete Block Paving Conference, Vol. 2, pp. 285-293**, Auckland, February 1992.

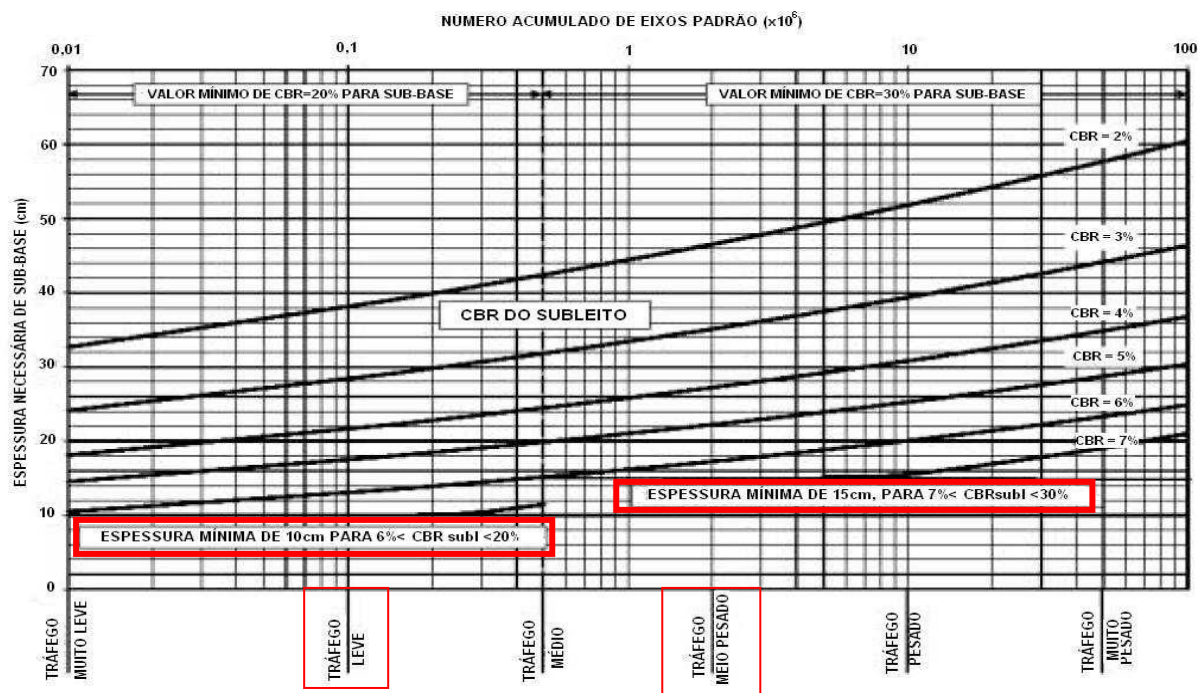
MEDEIROS, J.S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto.** 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pós-Graduação em Engenharia Civil. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP. 1993.

CORRÊA, R. R. **Proposta de metodologia de controle de qualidade de peças de concreto para pavimentação.** 2013. 307 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2013.

BAULÉ, Sofia de Souza. **AVALIAÇÃO DO USO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA EMPREGO EM PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA: ANÁLISE DA FABRICAÇÃO, EXECUÇÃO E DIMENSIONAMENTO.** 2018. 114 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. pag. 33 e 36

INSTRUÇÃO DE PROJETOS - IP-06/2004. Dimensionamento de pavimentos com blocos intertravados de concreto. Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, 2004.

CARVALHO, Marcos Dutra de. Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto. 4. ed. São Paulo: ABCP, 1998. Estudos técnicos, vol. 27.



Fonte: As autoras(2021)

APÊNDICE C

Espessura e resistência dos blocos de revestimento

Tráfego	Espessura do revestimento	Resistencia à compressão simple
$N \leq 5 \times 10^5$	6,0 cm	35 Mpa
$5 \times 10^5 < N < 10^7$	8,0 cm	35 a 40 MPa
$N \geq 10^7$	10,0 cm	50 Mpa

Fonte: As autoras(2021)

APÊNDICE D

Espessura necessaria de base pudramente granular (HBG) – Procedimento B

Nº de solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 t (kN)	ESPESSURA DA BASE (HCG)										
	Valor do índice de Suporte California do Subleito										
	2	2,5	3	2,5	4	5	6	8	10	15	20
(10')	27	21	17								
4×10^3	29	24	20	17							
8×10^3	33	27	23	19	17						
8×10^3	36	30	25	22	19						
(10 ⁴)	37	31	26	23	20						
4×10^4	41	34	29	25	22	17					

8×10^4	44	37	32	28	24	18		
8×10^4	48	40	35	30	27	21	17	
(10^5)	49	41	36	31	28	22	18	
4×10^5	52	44	38	34	30	24	19	
8×10^5	56	47	41	36	32	26	21	
8×10^5	59	51	44	39	34	28	23	
(10^6)	60	52	45	40	3	29	23	16
4×10^6	64	55	47	42	38	30	25	17
8×10^6	68	58	50	45	40	33	27	19
8×10^6	71	61	53	47	42	34	29	20
(10^6)	72	62	54	48	43	35	30	21

Mín. 15

Fonte: As autoras(2021)

APÊNDICE D**Formulário de acompanhamento da execução do pavimento Formulário de Acompanhamento****Execução do pavimento**Período de acompanhamento: 22/03/2021 ao 03/06/2021**1. Subleito:**

Estudo geotécnico foi realizado?

SIM	X	NÃO	
-----	---	-----	--

Valor do CBR: 11%

Devidamente regularizado, compactado e limpo?

SIM	X	NÃO	
-----	---	-----	--

2. Drenagem:

Possui drenagem?

SIM	X	NÃO	
-----	---	-----	--

Foi realizada a drenagem?

SIM	X	NÃO	
-----	---	-----	--

Caimento do terreno: Atendendo as vazões mínimas.

3. Sub-base e base:

	Execução	
	Material	cm
Base	-	-
Sub-base	Bica Corrida	10 cm

OBS: Não foi utilizada a camada de base, porém, foi realizado um reforço no sub-leito com 10 cm de aterro vermelho

4. Contenções:

Material: Concreto pré-moldado

Dimensões: 0,80 x 0,22 x 0,08 m

Tipo de instalação?

Manual	X	Automatizada	
--------	---	--------------	--

	Sim	Parcialmente	Não
Fixadas na base?	X		
Cotas e alinhamentos adequados?	X		
Instaladas antes da camada de assentamento?	X		
Utilização de contenções provisórias para liberação parcial de tráfego?	X		

5. Serviços preliminares ao assentamento.

	Sim	Parcialmente	Não
Reconhecimento prévio das áreas de estocagem e transporte?	X		
Limpeza?	X		
Sinalização e isolamento?		X	
Verificação da disponibilidade de ferramentas e equipamentos?	X		

6. Camada de assentamento:

	Execução	
	Material	cm
Camada de assentamento	Pó de Brita	5 cm

	Sim	Parcialmente	Não
Estocado coberto?			X
Umedecido durante o espalhamento?		X	
Substituição do material já espalhado em caso de chuva?			X
Compactada?	X		
Espalhamento apenas para a jornada de trabalho?	X		

Tipo de nivelamento

Manual		Automatizada	X
--------	--	--------------	---

7. Assentamento dos blocos:

Tipos de blocos	Execução
Concreto pré-moldado	10x20x8cm

Resistência: 35 MpaPadrões de assentamento: Espinha de PeixeEspessura das juntas: 3mm

	Sim	Parcialmente	Não
Transporte adequado?	X		
Estocado coberto?			X
Primeira fiada?	X		
Nivelamento adequado?	X		
Linhas-guia transversais e longitudinais?	X		

Em caso de chuva, foi realizado o isolamento da área já assentada?			X
--	--	--	---

Modo de assentamento?

Manual	X	Automatizada	
--------	---	--------------	--

8. Ajustes e arremates:

	Sim	Não
Ajustes de alinhamento?	X	
Pedaços menores que ¼ do bloco?		X
Acabamento entre contenções e blocos argamassados?	X	

Máquina de corte: Serra de disco diamantada**9. Compactação:**

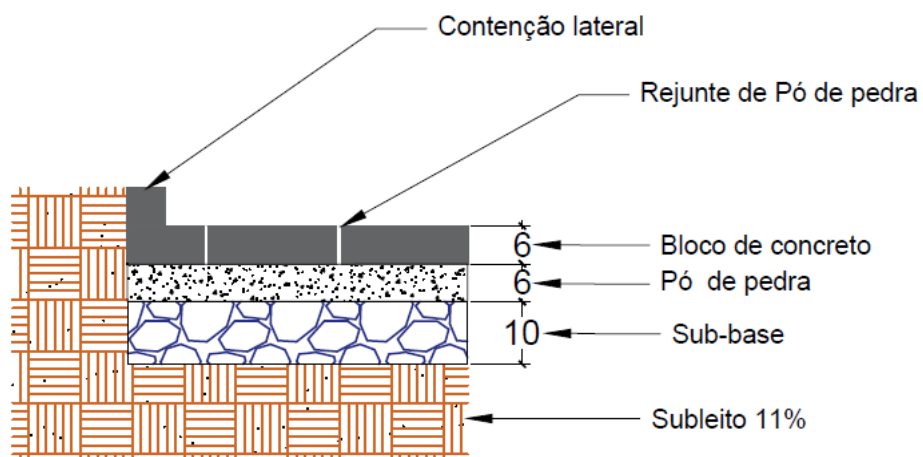
	Sim	Parcialmente	Não
Realizada compactação inicial antes do rejuntamento?	X		
Longos períodos sem compactação?			X
Substituição das peças danificadas?	X		

Equipamento utilizado: Rolo compactador e compactador manual**10. Rejuntamento:**Material: Pó de brita

	Sim	Parcialmente	Não
Verificação do preenchimento total das juntas?	X		
Qualidade de ajustes e arremates	X		
Liberação ao tráfego apenas após inspeção final?		X	

11. LimpezaMétodo: varrição com vassouras**APÊNDICE E**

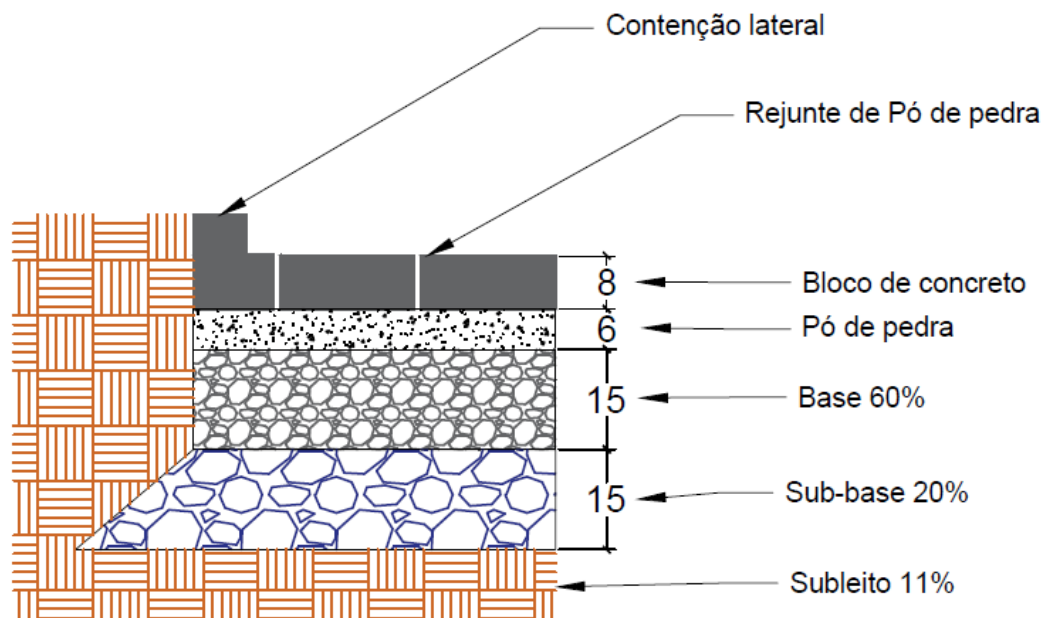
Projeto Seção Transversal – Procedimento A



Fonte: As autoras(2021)

APÊNDICE F

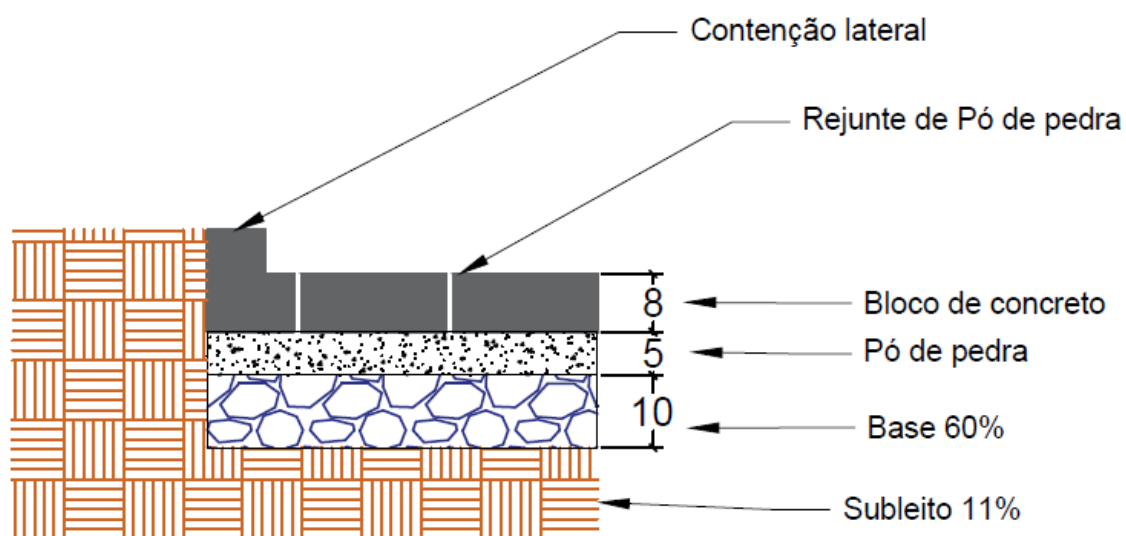
Projeto Seção Transversal – Procedimento B



Fonte: As autoras(2021)

APÊNDICE G

Projeto Seção Transversal – Execução.



Fonte: As autoras(2021)