



UNIVERSIDADE POLITÉCNICA

A POLITÉCNICA

INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIAS - ISGCT

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS DE PAVÊ

Trabalho de Fim de Curso para Obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil

De

IVAN MIGUEL DA CONCEIÇÃO MICAS SITOE

Estudante nº: 518636

DO CURSO DE LICENCIATURA EM ENGENHARIA CIVIL

Supervisor: Msc. Engº Ângelo Mário Barros André Fernandes Sumana

Maputo, Abril de 2024

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS DE PAVÊ

Trabalho Científico apresentado ao Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias da Universidade Politécnica, A Politécnica, como exigência para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Supervisor: Msc. Eng^o Ângelo Mário Barros André
Fernandes Sumana

MAPUTO

2024

IVAN MIGUEL DA CONCEIÇÃO MICAS SITEO

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS DE PAVÊ

Trabalho Científico apresentado ao Instituto Superior de Gestão, Ciências e Tecnologias da Universidade Politécnica A Politécnica, como exigência para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Maputo, Abril de 2024

Banca Examinadora

Engº Ângelo Mário Barros André Fernandes Sumana

(Tutor)

(Juíz)

(Oponente)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Ivan Miguel Da Conceição Micas Siteo**, discente na Universidade Politécnica, do curso de Licenciatura em Engenharia Civil, com o código de estudante nr. 518636, declaro por minha honra que o presente trabalho é exclusivamente de minha autoria e responsabilidade, sob orientação do meu Tutor, não constituindo cópia de nenhum trabalho realizado anteriormente e as fontes usadas para a realização do mesmo encontram-se referidas na bibliografia.

(Ivan Miguel Da Conceição Micas Siteo)

Maputo, Abril de 2024

DEDICATÓRIA

Agradeço a Deus pela fonte de todo o conhecimento e por me guiar até hoje. À minha mãe Etelvina Mazalo, cujo amor e apoio incondicional são a minha força, ao meu falecido pai Alberto Siteo, cujo legado de determinação e sabedoria continua a guiar-me, a minha irmã Chelsea Siteo, minha companheira de jornada e fonte de alegria, ao meu falecido tio Miguel dos Santos, cujo apoio e incentivo foram inestimáveis e serão eternamente lembrados, a minha tia-mãe Claudina Mazalo, por seu carinho e orientação, a tia Judite, ao tio Joviano, ao tio Clemente, ao tio Diamantino, ao tio Joaquim Viegas, ao tio James Banze cujo amor familiar é um tesouro inestimável, aos meus avós Micas e Rosa, aos meus avós Sofia e Mazalo cujo amor e bênção iluminam meu caminho, ao meu avô Arlindo, por seu encorajamento constante e exemplo de perseverança, aos meus falecidos avô Titos Siteo e Vasco Siteo, cujo legado vive em mim, a minha namorada Yara Guita, por seu amor, compreensão e apoio inabaláveis.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao meu supervisor do trabalho final de curso, o Eng^o Ângelo Sumana, pela sua orientação, motivação e conhecimento partilhado.

Agradeço a empresa Mota-Engil África Moçambique por proporcionar um ambiente propício para o desenvolvimento deste trabalho, bem como fornecer recursos e assistência sempre que necessário, contribuindo significativamente para aquisição de experiência e conhecimento. Um agradecimento especial ao Eng^o Gonçalo Maia pela oportunidade em poder trabalhar ao lado dele, pelo seu apoio constante, pela sua orientação e conselhos inestimáveis para o meu crescimento profissional e pessoal, seu impacto positivo será lembrado com apreço e gratidão. Aos meus amigos Marcelo Langa, Afugi Mustafo, Mansur Amade, Helga Langa, Filipe Munere, Cléber Monteiro, Sohail Zamani, Kelvin Coetzee, Uricson Machecane, Naftal Banze, Maisha Mpiuka, Marília Brigitte, Jéssica Ester, Ivénias Manjate, Ivandro Caetano, Márcio Albasini, João de Sousa, Paulino Nhamué, Albino, Paulo Martinho, cuja amizade e apoio são inestimáveis.

Aos meus avós, tios, primos e sobrinhos, cuja presença enriquece minha vida com alegria e amor. Este trabalho é dedicado a todos vocês, cujo amor, apoio e influência moldaram quem sou hoje. Obrigado por fazerem parte da minha jornada.

Com amor e gratidão,

PARECER DO SUPERVISOR

Eu, Ângelo Mário Barros André Fernandes Sumana, declaro que supervisionei e acompanhei o trabalho final de curso, sob a forma de Monografia da estudante **Ivan Miguel da Conceição Micas Siteo**, cujo tema é **Análise da Execução de Pavimentos com blocos de Pavê**. Declaro que o trabalho é da autoria do Estudante e reúne todos requisitos pré-estabelecidos pela Universidade Politécnica para trabalhos desta natureza, pelo que considero-o pronto para defesa pública.

Mestre Ângelo Mário B. André Fernandes Sumana

RESUMO E ABSTRACTO

Autor:	Ivan Miguel Da Conceição Micas Siteo
Grau Académico:	Licenciatura em Engenharia Civil
Título:	Análise de execução de Pavimentos com Blocos de Pavê
Universidade:	Politécnica A ' Politécnica
Departamento:	De Ciências de Engenharia
Supervisor:	Mestre Ângelo Mário Barros André Fernandes Sumana
Data:	Abril de 2024
Palavra chave:	Pavê, Pavimento, Betão, Intertravamento, Execução.

Este trabalho apresenta um estudo de caso detalhado sobre a execução de uma estrada pavimentada com blocos de pavês, incluindo uma rotunda e ligações, com cerca de 600m de extensão total, localizada entre o Centro Comercial Novare e o Centro de Inspeção de Veículos na Matola, Moçambique.

Inicialmente, é feita uma introdução contextualizando o projeto dentro de um objetivo maior de modernização da infraestrutura viária da região. O planeamento, estudos de materiais e conformidade com normas técnicas também são abordados.

São descritas as etapas de execução, como preparação do terreno, aplicação das camadas de base e sub-base, instalação dos lancis contedores, espalhamento da areia de assentamento, colocação dos blocos de pavê, compactação inicial, preenchimento de juntas com areia, compactação final e inspeção.

O trabalho fornece uma visão abrangente das especificidades técnicas e etapas envolvidas na construção de uma via em pavês, trazendo informações úteis para a implementação de projetos similares.

LISTA DE ABREVIATURAS

Pavê - Pavimento Intertravado (blocos de betão intertravados)

SATCC - Southern Africa Transport and Communications Commission (Comissão de Transportes e Comunicações da África Austral)

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

CBR - California Bearing Ratio (Índice de Suporte Califórnia)

CMA - Conselho Municipal da Matola

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

ISC - Índice de Suporte Califórnia

PPC - Peças Pré-moldadas de Betão

ICPI - Interlocking Concrete Pavement Insti

MPa - Megapascal (unidade de medida de resistência)

mm - milímetro (unidade de medida de comprimento)

ÍNDICE

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	1
1. Introdução	1
CAPÍTULO II – LEITURA BIBLIOGRÁFICA	2
1. Pavimentação.....	2
1.1. Tipos de Pavimentos.....	2
1.1.1. Pavimento Flexível.....	2
1.1.2. Pavimento Rígido.....	3
2. Pavimento Intertravado.....	3
2.1. Pavês de Betão.....	3
2.1.1. Características dos Pavês	3
2.2. Estrutura de Pavimentos com Pavês	5
2.2.1. Contenção lateral.....	12
2.2.2. Intertravamento dos Blocos.....	12
2.3. Execução de Pavimento Intertravado	16
2.4. Conservação e Manutenção	21
2.5. Patologias no pavimento.....	22
2.6. Vantagens dos Pavimentos Intertravados	23
CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	24
1. O tema, limitações e delimitações	24
1.1. Tema	24
1.2. Limitações do trabalho	24
1.3. Delimitações do Trabalho.....	24
2. Problema de Investigação	25
2.1. Pergunta de Investigação	25
3. Hipóteses H0 e H1	25

4. OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO.....	26
4.1. O Objectivo Geral.....	26
4.2. Os Objectivos Específicos	26
5. Justificativa.....	27
CAPÍTULO IV – ESTUDO DE CASO.....	29
1. Introdução.....	29
1.1. Contextualização do Projeto.....	29
1.2. Objectivos do Estudo de Caso.....	29
1.3. Relevância do Projeto de Pavimentação.....	29
1.4. Escopo do Estudo	29
2. Descrição do Projeto.....	30
2.1. Detalhes da Localização e Extensão.....	30
2.2. Objectivos do Projeto	30
2.3. Especificações Técnicas	30
3. Planeamento e Preparação	31
3.1. Planeamento Inicial do Projeto.....	31
3.2. Estudo dos Materiais e Testes Realizados	31
3.3. Conformidade com as Normas e Especificações.....	31
3.4. Considerações de Drenagem e Base	31
4. Materiais Utilizados.....	32
4.1. Camada de Desgaste em Blocos de Pavê:	32
4.2. Areia de assentamento e rejuntamento	32
5. Logística e Transporte de Materiais	33
5.1. Planeamento Estratégico.....	33
5.2. Desafios Enfrentados	33
5.3. Manuseio no Estaleiro de Obras	33

5.4. Controle de Qualidade	33
6. Execução do Pavimento em Blocos de Pavê	34
6.1. Preparação Inicial	34
6.2. Camada de Base e Sub-base	34
6.3. Contenções Laterais e Lancis	35
6.4. Camada de areia de assentamento	36
6.5. Assentamento dos Blocos	36
6.6. Ajustes e arremates	37
6.7. Compactação inicial	37
6.8. Espalhamento e varrição da areia de rejuntamento	38
6.9. Execução da compactação final.....	38
6.10. Inspeção final	38
CAPÍTULO V – ANALISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	40
1. Análise e Discussão de resultados	40
CAPITULO VI - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	42
1. Conclusões e Recomendações	42
1.1. Conclusões.....	42
1.2. Recomendações	42
BIBLIOGRAFIA	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Secção transversal típica de Pavimento flexível. (Franca, 2005).....	2
Figura 2- Secção transversal típica de Pavimento rígido. (1).	3
Figura 3- Estrutura de pavimento de blocos de Pavês. (Hallack, 1998).....	5
Figura 4- Assentamento manual de blocos de Pavê. (2).	10
Figura 5- Modelos de configurações para o assentamento de blocos de Pavês. (HALLACK, 2005).	11
Figura 6- Intertravamento horizontal.(MACIEL, 2007).	13
Figura 7- Formatos típicos dos Pavês com intertravamento horizontal. (HALLACK, 2001). ..	14
Figura 8- Intertravamento vertical (CRUZ, 2003).	14
Figura 9- Exemplos de Pavês de intertravamento vertical (SHACKEL, 1990).....	15
Figura 10- Intertavamento rotacional (MULLER, 2005).....	15
Figura 11- Movimento de rotação dos Pavês (HALLACK, 1998).	16
Figura 12- Processo construtivo de pavimento intertavado (MADRID, 1986).	16
Figura 13- Contenção lateral (Maski, 2013).	17
Figura 14- Espalhamento da areia de assentamento (AMADEI, 2011).....	19
Figura 15- Efeito da espessura das peças de betão (SHACKEL, 1990).	19
Figura 16- (a)- espinha de peixe a 45°; (b)- espinha de peixe a 90° (ICPI, 2011).....	20
Figura 17- Assentamento mecanizado de Pavês (3).	21
Figura 18- Assentamento mecanizado de Pavês utilizado na Holanda. (4).	21
Figura 19- Representação patológico do pavimento (DNIT, 2003).....	23
Figura 20- Imagem satélite do local para a execução da obra	30
Figura 21- Forma dos pavês utilizados (Fonte: BLITZ)	32
Figura 22- Especificações do Lancil utilizado (Fonte: BLITZ).....	32
Figura 23- Preparação do fundo de caixa.	34
Figura 24 - Aterro e nivelamento da sub-base com saibro	35

Figura 25- Execução da camada de base em toutvennant.....	35
Figura 26- Execução das contenções laterais.....	35
Figura 27- Execução da camada de assentamento de areia grossa.	36
Figura 28- Assentamento dos blocos de pavê.....	36
Figura 29- Ajustes e arremates.....	37
Figura 30- Espalhamento e varrição da areia de rejuntamento	38
Figura 31- Pavimento de blocos de pavê acabado.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Faixa granulométrica recomendada para a camada de assentamento. (CARVALHO, 1998).....	8
Tabela 2- Recomendações técnicas da granulometria da areia a ser utilizada na camada de assentamento. (CRUZ, 2003).	8
Tabela 3- Especificações granulométricas para os materiais a serem utilizados no rejuntamento dos Pavês. (HALLACK, 1998).....	9
Tabela 4- Características dos agregados para assentamento e rejuntamento (MARCHIONI e SILVA, 2011).	18

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. Introdução

A pavimentação com blocos de pavê tem se tornado cada vez mais relevante na área de estradas e infraestruturas urbanas, apresentando-se como uma alternativa inovadora e sustentável para a construção de pavimentos. Este tipo de pavimento consiste em unidades pré-moldadas de betão, que são encaixadas umas às outras, formando uma superfície contínua. A principal característica desses blocos é sua capacidade de travamento entre si, dispensando o uso de argamassa ou ligantes asfálticos para fixação, o que reduz significativamente o tempo e os custos de construção.

Diante desses benefícios, o trabalho tem como objetivo investigar a execução de pavimentos com blocos de pavê de betão e identificar os principais fatores que podem influenciar sua qualidade e desempenho ao longo do tempo. O foco será compreender as práticas actuais de construção desses pavimentos, explorando suas vantagens e limitações, a fim de propor soluções que otimizem a execução e a performance dessas estruturas.

CAPÍTULO II – LEITURA BIBLIOGRÁFICA

1. Pavimentação

De acordo com Senço (2007), o pavimento é constituído por camadas dimensionadas para suportar as cargas transmitidas pelo tráfego de veículos e melhorar as condições de rolamento em sua superfície, proporcionando segurança aos usuários.

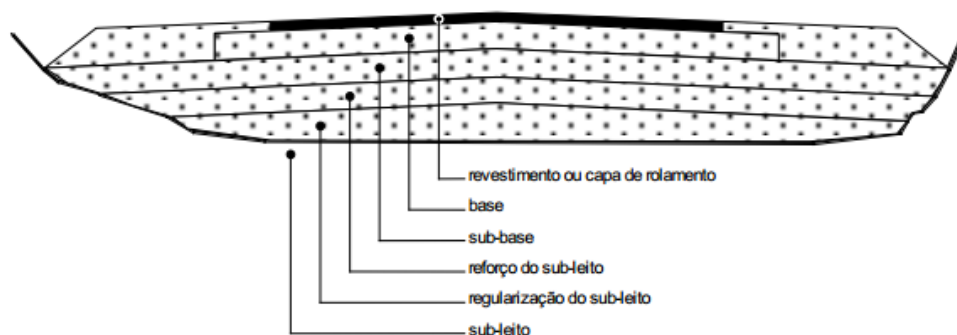
A constante passagem de veículos com cargas variáveis causa pressão vertical e tangencial na superfície do pavimento, devido ao atrito entre o pneu e o pavimento. As influências climáticas, por sua vez, resultam dos efeitos provocados pelas variações de temperatura e pela presença de água, que afectam o comportamento dos materiais utilizados (FONTES, 2010).

1.1. Tipos de Pavimentos

1.1.1. Pavimento Flexível

Conforme Franca (2005), a capacidade de suporte do pavimento flexível deriva das características de distribuição das cargas entre as camadas granulares sobrepostas. As camadas de melhor qualidade estão mais próximas da superfície; entretanto, do ponto de vista estrutural, a camada de maior importância é a base.

Franca (2005) também destaca que o pavimento flexível é constituído por diferentes tipos de camadas, sendo as principais o revestimento, a base, a sub-base, o reforço do subleito e a regularização do subleito. A figura a seguir ilustra a disposição típica de um pavimento completo ou de um pavimento em que as condições da fundação não permitiram a eliminação de nenhuma camada.



Fonte: Franca (2005)

Figura 1- Seção transversal típica de Pavimento flexível. (Franca, 2005).

1.1.2. Pavimento Rígido

De acordo com Senço (2007), os pavimentos rígidos são aqueles pouco alteráveis, compostos principalmente por betão. Rompem por tração na flexão quando sujeitos a deformações.

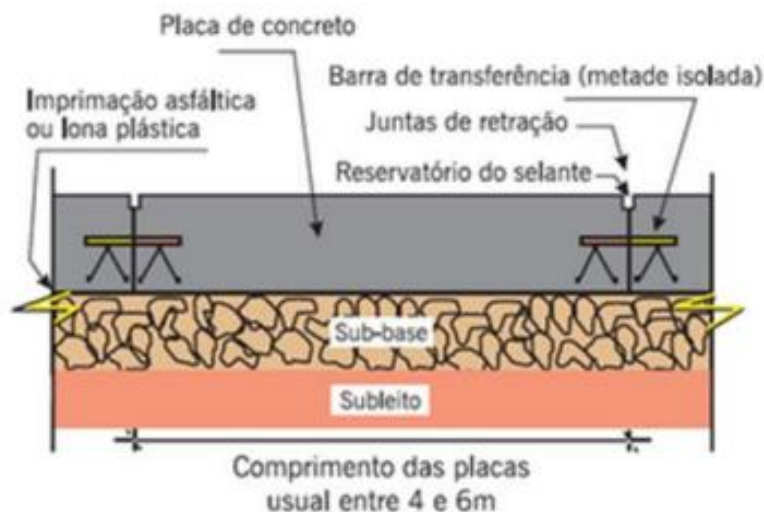


Figura 2- Secção transversal típica de Pavimento rígido. (1).

2. Pavimento Intertravado

2.1. Pavês de Betão

Os blocos de betão são também conhecidos como Pavês. São blocos de Pavês, pré-fabricados e maciços, que permitem pavimentar completamente uma superfície. O intertravamento é a capacidade que o material possui para resistir aos movimentos de deslocamento individual, quer sejam verticais, horizontais, de rotação ou de torção, em relação às peças adjacentes (FIORITI, 2007).

2.1.1. Características dos Pavês

Os blocos de pavê podem apresentar diferentes dimensões, formas, texturas superficiais e várias cores, o que permite ao consumidor personalizá-los de acordo com suas preferências. Essa versatilidade possibilita diversos tipos de arranjos. Além das considerações estéticas, outra vantagem é a imediata utilização, já que, não havendo necessidade de acabamento, o pavimento pode ser liberado para tráfego logo após o assentamento. A facilidade de manutenção também é uma característica desse tipo de pavimento, pois as peças podem ser removidas sem quebras ou perdas, sendo passíveis de reutilização. Isso facilita as operações de reparo, instalação de canalizações subterrâneas e correção de afundamentos. [Fonte: Empresa Eco Pisos. Disponível em: <http://www.construcompras-sp.com.br>. Acesso em 31/08/2023].

Podem ser aplicados em ruas, calçadas, praças, logradouros públicos, estacionamentos, pátios, aeroportos, estradas e acostamentos. Existem casos especiais em que a aplicação do piso torna-se recomendada, como, por exemplo, em pavimentos sob os quais certamente serão instaladas redes subterrâneas de água, esgoto, telefone, ou ainda pavimentos sobre aterros recentemente concluídos e ainda sujeitos a acentuados recalques. [Fonte: <http://www.hzen.ind.br/blog/10-vantagens-de-utilizar-piso-intertravado-deBetão>. Acesso em 31/08/2023].

De acordo com Fioriti (2007), se forem seguidos alguns requisitos básicos, como uma sub-base bem executada, blocos de qualidade e assentamento correcto, um pavimento de Pavês pode chegar a uma vida útil de até 25 anos.

Além das vantagens que este material possui, ele destaca-se pela sua eficiência ambiental, pois existe a possibilidade de utilizar resíduos em sua composição e o bloco é semipermeável, contribuindo para a drenagem urbana (WIEBBELLING, 2015).

Actualmente, é possível encontrar uma grande diversidade de modelos, tamanhos e cores de blocos. Propriedades dos blocos de betão, conforme Junior (2007):

- Apresentam menor absorção da luz solar, evitando o desconforto do aumento excessivo da temperatura ambiente.
- Podem possuir, simultaneamente, capacidade estrutural e valor paisagístico.
- Permitem uma fácil reparação quando ocorre um recalque no subleito que compromete a capacidade estrutural do pavimento.
- Possibilitam um acesso fácil a serviços subterrâneos, e o reparo não deixa marcas visíveis.
- Os blocos podem ser reutilizados.
- Não requerem mão-de-obra especializada.
- Os materiais chegam à obra prontos para aplicação.
- Liberação rápida do tráfego logo após a conclusão.

2.2.Estrutura de Pavimentos com Pavês

De acordo com Senço (2007), o pavimento é a estrutura construída sobre a terraplenagem

e destina-se, de forma econômica e técnica simultaneamente, a:

- a) Resistir e distribuir os esforços verticais provenientes do tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento, proporcionando conforto e segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando a superfície de rolamento mais durável.

A camada de rolamento do pavimento é composta por pavês que formam um revestimento de grande durabilidade e resistência, assentados sobre uma fina camada de areia. Esse revestimento deve ser capaz de suportar as cargas e tensões causadas pelo tráfego, protegendo a camada de base do desgaste abrasivo e mantendo-a com baixos níveis de umidade, o que proporciona maior estabilidade do material constituinte (HALLACK, 1998).

A configuração final do pavimento intertravado normalmente é composta pelos seguintes elementos, conforme apresentado na figura a seguir.

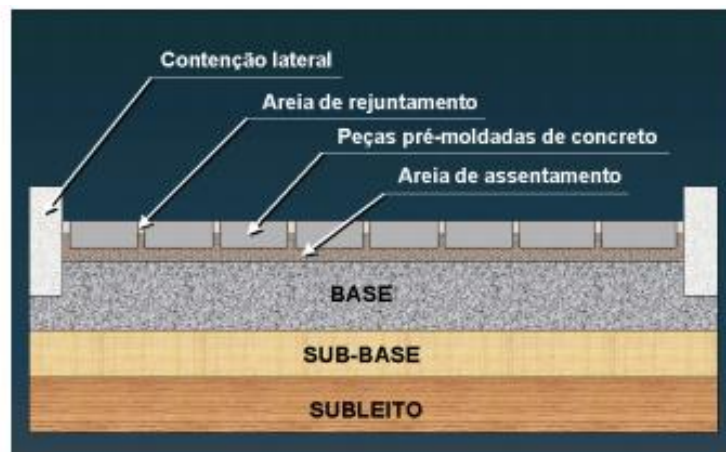


Figura 3- Estrutura de pavimento de blocos de Pavês. (Hallack, 1998).

De acordo com Maciel (2007), as espessuras dessas camadas irão depender das seguintes características:

- Intensidade do tráfego que circulará sobre o pavimento;
- Características do terreno de fundação;
- Qualidade dos materiais constituintes das restantes camadas.

Em geral, a seleção dos materiais usados nestas camadas depende das propriedades individuais de cada um quando compactados, como boa resistência à compressão e tração,

baixa deformação permanente e permeabilidade à água, em consonância com o seu papel estrutural (BERNUCCI et al., 2007).

A seguir, serão descritas as características fundamentais de cada um desses elementos:

a) Subleito

Godinho (2009) define que esta é a camada inicial para a execução do serviço. O objectivo desta etapa é regularizar e compactar o solo à altura do projecto, a fim de obter uma base sólida antes da colocação das camadas subsequentes.

Júnior (1992) define o subleito como a camada de fundação do pavimento. Esta camada deve ser regularizada e compactada, respeitando as cotas do projecto, antes da execução das camadas seguintes. Carvalho (1998) ressalta que o solo utilizado não deve ser expansivo. Para isso, apresenta como parâmetro para determinação da capacidade de suporte de um solo compactado o Índice de Suporte Califórnia (ISC).

Júnior (1992) afirma que caso o valor do ISC do subleito natural seja inferior ao especificado no projecto, é necessária a execução de uma camada de reforço com material de capacidade de suporte superior ao do subleito original. De acordo com Carvalho (1998), é aconselhável que essa camada de reforço tenha uma espessura aproximada de 30 cm e um ISC no mínimo cinco pontos percentuais superior ao do subleito.

O subleito (estrutura final de terraplenagem sobre a qual o pavimento será construído) deve ser regularizado e compactado à altura do projecto, antes da colocação das camadas seguintes. O subleito será considerado pronto para receber uma base ou sub-base quando a sua capacidade portante, frequentemente expressa pelo Índice de Suporte Califórnia (ISC), for igual ou superior a 2%, com uma expansão volumétrica de 2% ou de acordo com as especificações do projecto. O objectivo é fornecer uma plataforma firme sobre a qual a sub-base e a base podem ser compactadas (CARVALHO, 1998).

b) Sub-base

A sub-base é uma camada complementar ao subleito, sendo necessária apenas se na primeira etapa não forem cumpridos os requisitos do projecto, pois tem praticamente as mesmas funções de reforço e nivelamento do solo (GODINHO, 2009).

A sub-base pode ser granular, solo seleccionado ou solo-brita, por exemplo, ou tratada com aditivos, como o solo melhorado com cimento Portland (PIOROTTI, 1985).

A definição de sub-base, segundo Júnior (1992), é a camada complementar à camada de base, executada após o subleito ou reforço de subleito quando necessário. De acordo com Fioriti (2007), a sub-base pode ser composta por material granular, como solo-brita ou outro solo selecionado.

Conforme Fioriti (2007), a sub-base pode ser granular, solo selecionado, solo-brita ou tratada com aditivos, como, por exemplo, solo melhorado com cimento Portland. O material da sub-base também será determinado com base no valor mínimo de ISC necessário.

O material da sub-base também deve ser determinado com base no valor mínimo de ISC necessário, que, juntamente com a espessura da camada, depende do tráfego e das condições de suporte do subleito (CARVALHO, 1998).

O material recomendado para compor a sub-base deve ter propriedades superiores às do material do reforço de subleito (ou do próprio subleito, quando não houver reforço) e inferiores às características do material da base, que estará acima dela (SENÇO, 2007).

c) Base

A base é a camada que recebe as tensões distribuídas pela camada de revestimento. A sua principal função é proteger estruturalmente o subleito das cargas externas, evitando, dessa forma, deformações permanentes e consequente deterioração do pavimento intertravado (CRUZ, 2003).

A base é a camada destinada a receber e distribuir uniformemente os esforços provenientes do tráfego sobre o qual o revestimento é aplicado (MACIEL, 2007).

Senço (2007) pondera que a estrutura do pavimento pode ser considerada como uma composição de base e revestimento, podendo ou não haver complemento da base com a presença da sub-base e do reforço de subleito.

d) Camada de assentamento

O principal objectivo da camada de assentamento é servir de base para o assentamento dos Pavês. Além disso, espera-se que essa camada proporcione uma superfície regular onde os Pavês possam ser colocados e acomodar suas eventuais tolerâncias dimensionais (CRUZ, 2003).

Conforme Hallack (1998), a camada de revestimento possui função estrutural devido à

rigidez do betão e ao sistema de intertravamento dos blocos. No entanto, ocorre uma pequena deformação no pavimento intertravado no início de sua utilização, resultante da acomodação inicial da camada de assentamento.

Carvalho (1998) relata que, a camada de assentamento dos blocos será sempre composta de areia, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa), e no máximo 10% do material retido na peneira de abertura de malha de 4,8 mm. É recomendado que a areia esteja dentro da faixa granulométrica mostrada na figura a seguir.

Tabela 1- Faixa granulométrica recomendada para a camada de assentamento. (CARVALHO, 1998).

Abertura da peneira (mm)	% Passada
	Camada de assentamento
9,50	100
4,80	95 – 100
1,20	50 – 85
0,60	25 – 60
0,30	10 – 30
0,15	5 – 15
0,075	0 – 10

Relata-se que nos Estados Unidos e no Canadá as especificações não fazem referência à forma dos grãos da areia utilizada, apesar de a utilização de grãos angulares ou pontiagudos ser recomendada por vários pesquisadores e institutos técnicos desses países (HALLACK, 1998).

As especificações granulométricas para os materiais a serem utilizados no rejuntamento dos Pavês são apresentadas nas tabelas a seguir.

Tabela 2- Recomendações técnicas da granulometria da areia a ser utilizada na camada de assentamento. (CRUZ, 2003).

Granulometria a ser utilizada na camada de assentamento					
Peneiras (mm)	Austrália	Inglaterra	África do Sul	U.S.A	Canadá
% Passante					
9,52	100	100	100	100	100
4,75	95 a 100	90 a 100	90 a 100	95 a 100	95 a 100
2,36	80 a 100	75 a 100	75 a 100	85 a 100	80 a 100
1,18	50 a 85	55 a 90	55 a 90	50 a 85	50 a 90
0,60	25 a 60	35 a 59	35 a 70	25 a 60	25 a 65
0,30	10 a 30	8 a 30	8 a 35	10 a 30	10 a 35
0,150	5 a 15	0 a 10	1 a 10	2 a 10	2 a 10
0,075	0	0 a 3	0 a 3	0	0

Tabela 3- Especificações granulométricas para os materiais a serem utilizados no rejuntamento

dos Pavês. (HALLACK, 1998).

Granulometria para rejuntamento da pavimentação intertravada					
Peneiras (mm)	Areia Natural	Areia Artificial	Canadá	Austrália	África do Sul
	% Passante				
4,75	100	100	100	100	100
2,36	95 a 100	95 a 100	95 a 100	100	100
1,18	70 a 100	70 a 100	90 a 100	90 a 100	90 a 100
0,60	40 a 75	40 a 100	35 a 80	60 a 100	60 a 100
0,30	10 a 35	20 a 40	15 a 50	30 a 60	30 a 60
0,150	2 a 15	10 a 25	2 a 15	15 a 30	15 a 30
0,075	0 a 1	0 a 1	0	5 a 10	5 a 10

No pavimento intertravado que recebe tráfego pesado, recomenda-se incluir, nas especificações do projecto, a realização de ensaios de degradação ou durabilidade das areias que serão utilizadas na camada de assentamento e no rejuntamento (HALLACK, 1998).

Segundo Shackel (1990), Cruz (2003) e Muller (2005), a forma dos grãos de areia usada no colchão de assentamento interfere directamente no comportamento e na deformação do pavimento intertravado, uma vez que as partículas angulares possuem um maior coeficiente de atrito, o que resulta em uma melhor distribuição dos esforços.

A presença de partículas com diâmetro abaixo de 75µm provoca perda de rejuntamento e desnivelamento entre as peças, além de acarretar um endurecimento excessivo nesta camada (MULLER, 2005).

Carvalho (1998) sugere que a espessura da camada de areia, após a compactação, seja entre 3 cm e 5 cm. Também recomenda que, após o nivelamento da camada, não haja circulação de pessoas sobre ela, uma vez que qualquer irregularidade reflete-se na superfície de rolamento. Sendo assim, muitos dos defeitos prematuros dos pavimentos intertravados estão relacionados com a má qualidade de execução da camada de assentamento (FIORITI, 2007).

e) Blocos de betão intertravado

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

O revestimento suporta directamente a solicitação do tráfego e tem a função de melhorar a camada de rolamento no que diz respeito ao conforto e à segurança do usuário, além de resistir ao desgaste, aumentando a durabilidade do pavimento (SENÇO, 2007).

No caso do pavimento intertravado, a camada de rolamento é formada por Pavês que compõem um revestimento de grande durabilidade e resistência, assentados sobre uma camada fina de areia ou pó de brita. Este revestimento deve ser capaz de suportar as cargas e as tensões provocadas pelo tráfego, protegendo a camada de base do desgaste por abrasão e mantendo baixos níveis de umidade para melhor estabilidade do material constituinte (HALLACK, 1998).

A camada de rolamento possui três etapas de execução (WIEBBELLING, 2015):

- 1) Assentamento dos blocos;
- 2) Acabamento junto das bordas e meios fios ou qualquer outro tipo de interrupção na pavimentação intertravada;
- 3) Vibração sobre os blocos na área já executada.



Figura 4- Assentamento manual de blocos de Pavê. (2).

De acordo com Carvalho (1998), o assentamento dos blocos de Pavês deve ser realizado evitando qualquer deslocamento das peças já assentadas e irregularidades na camada de assentamento. O colocador deve assentar bloco por bloco, de modo a encostar o novo bloco nos já colocados e movimentá-lo verticalmente para baixo até encostá-lo na camada de assentamento. O assentamento dos blocos de pavês pode ser feito através de equipamentos automatizados.

Hallack (1998) relata que o modelo de assentamento escolhido influenciará tanto na estética do pavimento como no seu desempenho; no entanto, não existe um consenso entre os pesquisadores sobre a interferência do tipo de assentamento na sua durabilidade. A Figura a

seguir apresenta alguns tipos de assentamento de blocos de Pavês.

O assentamento de blocos de Pavês conhecido como “espinha-de-peixe” possui bons melhores níveis de desempenho, apresentando menores valores de deformação permanente associados ao tráfego, enquanto os pavimentos do tipo fileira apresentam maiores deformações permanentes, principalmente quando o assentamento é paralelo ao sentido do tráfego (SHACKEL, 1990).

Carvalho (1998) relatou que as juntas formadas entre os Pavês devem ter uma largura da ordem de 2 a 3 mm, não devendo ser superior a 5 mm. Para o acabamento junto aos meios-fios ou interrupções no pavimento intertravado, como bueiros e caixas de inspeção, utilizam-se Pavês serrados ou cortados, tomando cuidado para que não estejam ligeiramente mais elevados do que as interrupções.

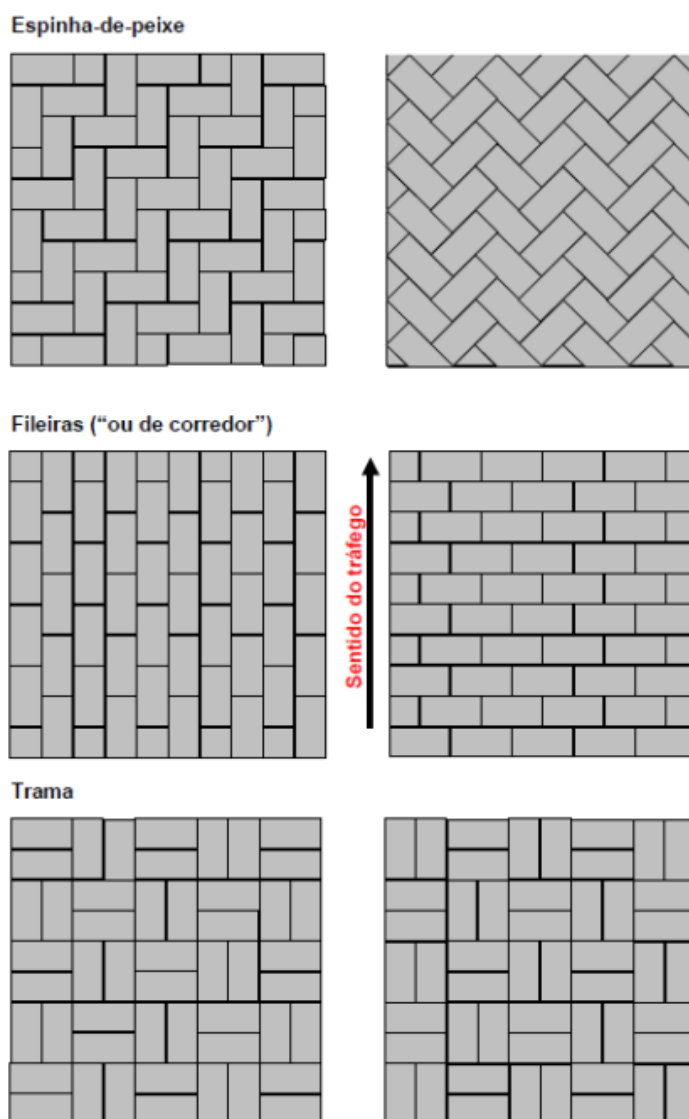


Figura 5- Modelos de configurações para o assentamento de blocos de Pavês. (HALLACK, 2005).

2.2.1. Contenção lateral

O confinamento externo deve ser alcançado através da colocação prévia de meio-fios, sarjetas ou travões (dispositivos de betão com durabilidade equivalente à das peças), escorados de forma a suportar os esforços horizontais. Os meio-fios, quando existirem passeios construídos antes do assentamento dos Pavês, são suficientes para cumprir as funções de confinamento, tanto na fase de compactação dos Pavês quanto durante o funcionamento do pavimento (MADRID, 1999).

2.2.2. Intertravamento dos Blocos

Júnior (2007) define o intertravamento dos blocos como a capacidade que a associação destes blocos, em um sistema único, adquire para resistir aos movimentos de deslocamento individual. A resistência aos deslocamentos que cada bloco adquire nas direções horizontais, verticais e rotacionais em relação aos blocos vizinhos caracteriza o princípio do intertravamento do pavimento. O referido autor descreve o intertravamento horizontal como a impossibilidade de um bloco se deslocar horizontalmente em relação aos blocos vizinhos e contribui na distribuição dos esforços de cisalhamento horizontal sob a actuação do tráfego, principalmente em áreas de aceleração e frenagem.

O intertravamento do pavimento intertravado é a capacidade que os Pavês possuem de resistir aos movimentos de deslocamento individual, seja vertical, de rotação ou de giração em relação às peças vizinhas (HALLACK, 1998).

À medida que as cargas são distribuídas, o pavimento apresenta melhor desempenho em relação ao intertravamento entre as peças. Chega-se progressivamente a um estado de travamento total chamado intertravamento; a camada de rolamento vai adquirindo maior rigidez, e as peças de betão intertravado deixam de constituir uma mera camada de rolamento e transformam-se num conjunto estrutural (MULLER, 2005).

Para alcançar o travamento adequado, indispensável ao seu desempenho, os Pavês necessitam de algum tipo de contenção lateral, comumente meio-fios. Um bom travamento confere aos Pavês 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 (SHACKELL, 1990).

O pavimento intertravado possui quatro tipos de intertravamentos (horizontal, vertical, rotacional e de giração), que actuam simultaneamente ao longo de sua vida útil, e estão descritos a seguir.

a) Intertravamento horizontal

O intertravamento horizontal é a capacidade de um Pavê de não se deslocar horizontalmente em relação aos Pavês vizinhos em qualquer tipo de arranjo de assentamento (KNAPTON, 1996).



Figura 6- Intertravamento horizontal.(MACIEL, 2007).

Hallack (2001) classifica os Pavês com intertravamento horizontal em três classes. Nesta classificação, os Pavês da classe A são aqueles que apresentam um intertravamento mais eficaz das peças, pois se entrelaçam entre si nos quatro lados. Os Pavês da classe B têm um intertravamento inferior à classe anterior, uma vez que se entrelaçam entre si em apenas dois lados, enquanto os Pavês da classe C são os de maiores dimensões e são assentados sempre no mesmo padrão. A figura a seguir apresenta esta classificação.

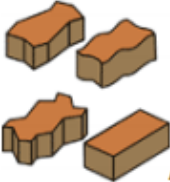


 <p>A</p>	<p>Peças de concreto segmentadas ou retangulares, com relação comprimento/largura igual a dois (usualmente 200 mm de comprimento por 100 mm de largura), que entrelaçam entre si nos quatro lados, capazes de serem assentadas em fileiras ou em espinha-de-peixe. Podem ser carregadas facilmente com apenas uma mão.</p>
 <p>B</p>	<p>Peças com tamanhos e proporções similares aos da categoria anterior, mas que entrelaçam entre si somente em dois lados, e que só podem ser assentadas em fileiras. Podem ser carregadas com apenas uma mão e genericamente têm o formato em "I".</p>
 <p>C</p>	<p>Peças de concreto com tamanhos maiores do que as duas categorias anteriores. Pelo seu peso e tamanho não podem ser carregadas com apenas uma mão. Têm formatos geométricos característicos (trapézios, hexágonos, triedros etc.). São assentadas seguindo-se sempre um mesmo padrão, que nem sempre conforma fileiras facilmente identificáveis.</p>

Figura 7- Formatos típicos dos Pavês com intertravamento horizontal. (HALLACK, 2001).

b) Intertravamento vertical

O intertravamento vertical é definido como a capacidade de cada Pavê não se mover no sentido vertical em relação aos Pavês vizinhos. Isso é conseguido através dos esforços de cisalhamento absorvidos pelo rejuntamento de areias entre os Pavês e pela capacidade estrutural das camadas inferiores do pavimento (KNAPTON, 1996).

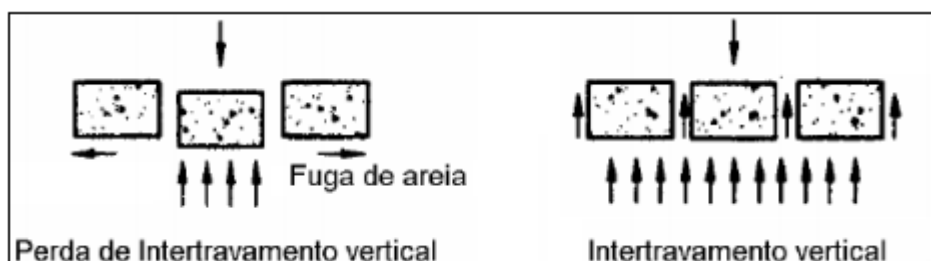


Figura 8- Intertravamento vertical (CRUZ, 2003).

O Intertravamento vertical pode ser alcançado através da utilização de Pavês com formatos e encaixes reentrantes um a um. Neste caso, quando é aplicada uma carga vertical sobre o Pavê existente, ocorre um contacto do tipo macho-fêmea, contribuindo eficazmente na distribuição das cargas para os Pavês vizinhos. Esse tipo de Pavê tem uma geometria complexa, sendo mais difícil de executar e mais dispendioso em comparação com os Pavês com intertravamento horizontal (SHACKEL, 1990).

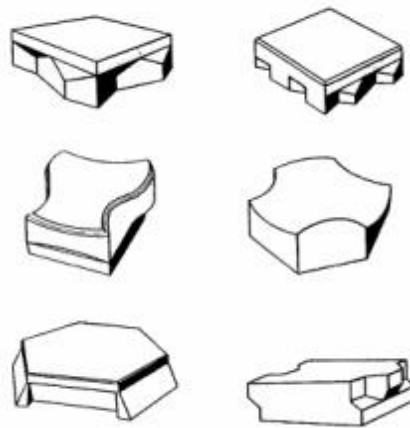


Figura 9- Exemplos de Pavês de intertravamento vertical (SHACKEL, 1990).

c) Intertravamento rotacional

Knapton (1996) descreve o intertravamento rotacional como sendo a capacidade do Pavê de não girar em torno de seu próprio eixo em qualquer direção. Isso é conseguido pela espessura das juntas entre os Pavês e pelo confinamento oferecido pelos Pavês vizinhos.

Geralmente, esse fenômeno é provocado pelo tipo e frequência do tráfego, principalmente nas áreas de frenagem, aceleração e tensões radiais dos pneus, além de regiões de confinamento lateral questionável. Assim, sua ocorrência depende principalmente da natureza das juntas entre os Pavês, ou seja, da sua largura, do tipo de areia utilizada e do rejuntamento (CRUZ, 2003).

A Figura a seguir apresenta esquematicamente o intertravamento rotacional.

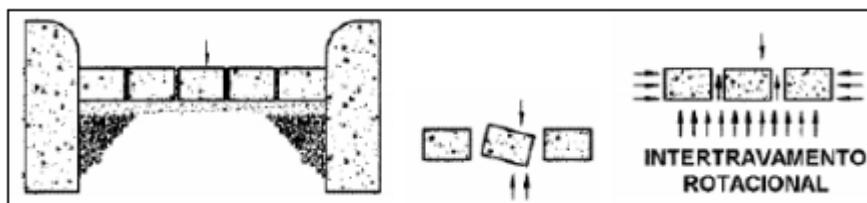


Figura 10- Intertavamento rotacional (MULLER, 2005).

d) Intertravamento giratório

É a capacidade que os Pavês adquirem de não girarem em torno de seu próprio eixo horizontal, isto é, ocasionalmente, uma ou mais peças poderão girar, ainda que mantendo a planicidade da superfície do pavimento (HALLACK, 1998).

Conforme Muller (2005), este fenômeno é de rara ocorrência e pode ser evitado com um

bom confinamento lateral da camada e das peças pré-moldadas, construindo-se as juntas entre as peças com larguras adequadas, variando de 2,5 a 3 mm, e mantendo-as preenchidas com material de rejuntamento.

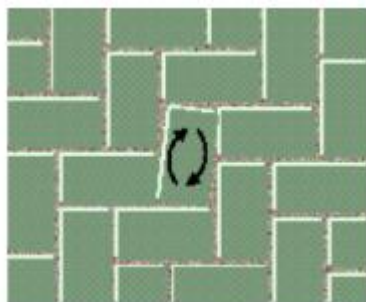


Figura 11- Movimento de giração dos Pavês (HALLACK, 1998).

2.3.Execução de Pavimento Intertravado

Segundo Maciel (2007), a estrutura que apresenta o processo construtivo de pavimentos intertravados é basicamente preparada inicialmente pela camada do subleito. Em seguida, ocorre a execução das guias ou meios-fios para garantir a contenção lateral das peças, e depois o lançamento das peças de betão sobre a superfície de areia grossa. Durante esse processo, é importante compactar a superfície e preencher as juntas com areia fina para garantir o intertravamento dos blocos e alcançar o desempenho proposto no pavimento.

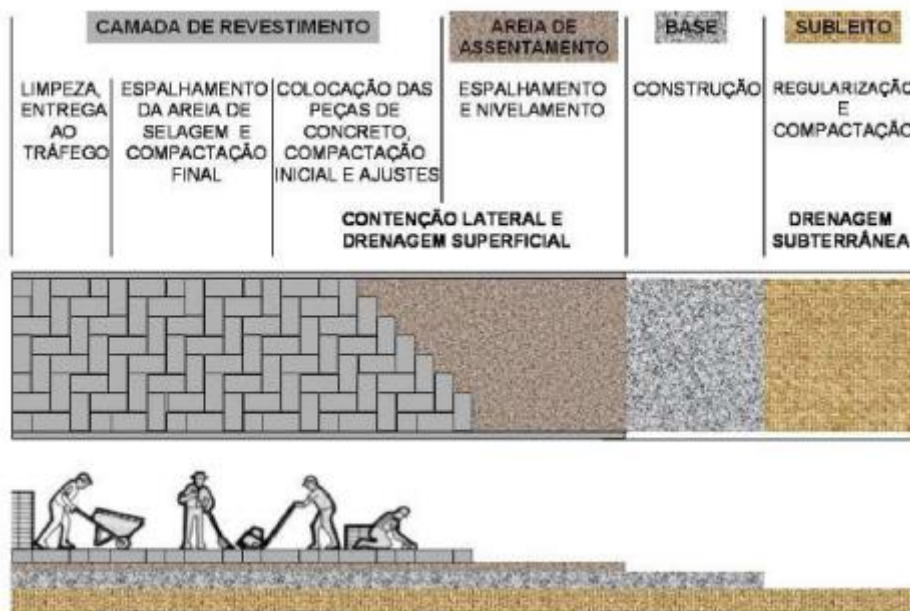


Figura 12- Processo construtivo de pavimento intertravado (MADRID, 1986).

- **Preparativo do subleito**

Primeiramente, é feita a verificação da camada do subleito, que servirá como base para as camadas subsequentes, e o próprio material do solo natural do local pode ser utilizado, regularizando-o de acordo com a cota de projeto antes da execução da sub-base. Áreas com solos instáveis são inadequadas e devem ser corrigidas com empréstimos de materiais de outra jazida. A avaliação da capacidade de suporte do subleito é fundamental, e o CBR do solo, juntamente com a energia normal de compactação, desempenha um papel importante nesse processo (AMADEI, 2011).

- **Execução da contenção**

A contenção lateral serve para evitar o deslocamento das peças durante a vida útil do pavimento. Os tipos de contenção lateral compreendem meios-fios, meios-fios-sarjetas e vigas armadas ou não armadas. A condição ideal é que esses elementos de contenção tenham as faces em contacto com os blocos perfeitamente verticais (GODINHO, 2009).



Figura 13- Contenção lateral (Maski, 2013).

É obrigatória a execução de contenções laterais para evitar o deslizamento das peças. Existem dois tipos de contenções para os blocos de Pavês: internos (bocas-de-lobo, canaletas) e externos (meios-fios e sarjetas), os quais devem ser executados após a compactação das camadas estruturais e antes do lançamento da areia de assentamento das peças pré-moldadas. Devem atingir a resistência à compressão mínima de 25 MPa.

- **Preparo do sub-base**

Os componentes da camada de sub-base podem ser solo brita ou material granular, com o objectivo de atingir a espessura previamente determinada no projecto, para que possa suportar o tráfego previsto. A base é a camada estrutural protectora das cargas externas, evitando deformações (CRUZ, 2003).

- **Preparo da base**

A camada de base tem como objectivo principal em sua estrutura a distribuição das tensões advindas da camada revestida e tem como função proteger estruturalmente a camada de subleito das cargas externas, evitando deformações indesejáveis que causam a deterioração do pavimento (CRUZ, 2003).

- **Superfície de lançamento das peças**

A camada de assento de areia grossa tem como finalidade receber as PPC, mantendo a camada regularizada para as dimensões toleráveis dos blocos (CRUZ, 2003).

Marchioni e Silva (2011) dizem que o material de assentamento e de rejuntamento deve ter uma distribuição granulométrica que resulte em um adequado teor de vazios; assim, existirá um coeficiente de permeabilidade apropriado para o pavimento. É preciso entender que o coeficiente de permeabilidade está intimamente ligado ao teor dos finos, portanto, a limitação desse requisito deve ser observada no material utilizado. Em função disso, esta é uma etapa muito importante em relação à permeabilidade. Os autores recomendam a utilização de materiais pétreos granulares com as características apresentadas na Figura a seguir.

Os mesmos autores dizem ainda que, no rejuntamento que irá preencher os vazios entre as peças, deve ser deixado um espaço sem preencher de aproximadamente 10 mm em relação ao topo da peça. Isso serve para dificultar a formação de uma lâmina de água no pavimento e também a saída do material de rejuntamento.

Tabela 4- Características dos agregados para assentamento e rejuntamento (MARCHIONI e SILVA, 2011).

Distribuição granulométrica – porcentagem retida		
Peneira com abertura de malha	Camada de assentamento	Material de rejunte
12,5mm	0	
9,5mm	0 a 15	0
4,75mm	70 a 90	0 a 15
2,36mm	90 a 100	60 a 90
1,16mm	95 a 100	90 a 100
0,300mm		95 a 100

Godinho (2009) mostra que a camada de assentamento das peças deverá ser de areia

artificial com granulometria contínua e média, ser lavada e de qualidade semelhante à usada em betões ou argamassas de assentamento, além de passar totalmente pela peneira de 9,5 mm.

O mesmo autor afirma que a escolha da areia de assentamento é fundamental para o bom desempenho do pavimento intertravado e faz os seguintes apontamentos: A espessura da camada de areia de assentamento deve ser uniforme, pois ensaios comprovam que a deformação associada ao tráfego em pavimentos intertravados é, em parte, uma função da espessura da camada de assentamento. Com o material devidamente escolhido, deve-se efectuar o espalhamento, e a espessura dessa camada, após a compactação, deve ser uniforme e estar situada entre 3 e 5 cm, sendo 4 cm um valor óptimo.



Figura 14- Espalhamento da areia de assentamento (AMADEI, 2011).

Shackel (1990) apresenta resultados de ensaios que foram realizados na África do Sul, simulando a passagem de veículos pesados. Os resultados mostram que com o passar do tempo, o pavimento intertravado sofre deformações consideravelmente menores com blocos de 80 mm de altura do que com blocos de 60 mm, para uma mesma solicitação de carga. Observa-se também que as deformações iniciais dos três blocos são altas, e, posteriormente, diminuem, como podemos observar na Figura a seguir.

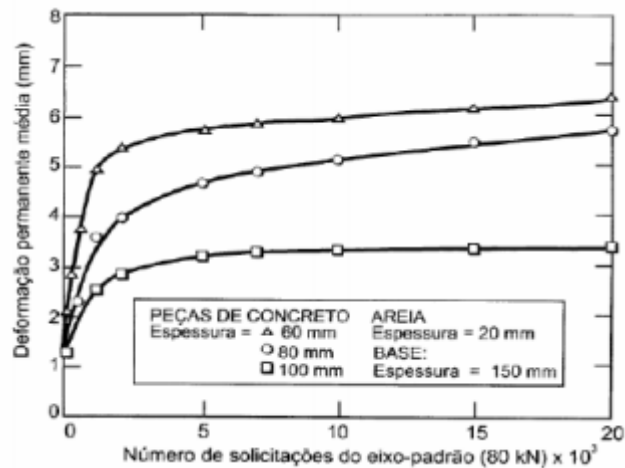


Figura 15- Efeito da espessura das peças de betão (SHACKEL, 1990).

- **Superfície de revestimento**

Em vias de pedestres, é possível a criação de vários arranjos, pois o padrão de alinhamento não é importante. No entanto, Godinho (2009) aponta que em vias com tráfego de veículos, é preferível a disposição em forma de espinha-de-peixe, pois possui maior capacidade de intertravamento. Alinhando as peças com o eixo da via em um ângulo de 45° ou 90°, há a vantagem de não exigir mudança de alinhamento em curvas ou esquinas. A figura a seguir ilustra esta forma.

A camada a ser revestida deve ser dividida em fiadas, sendo a primeira uma referência para as demais. Portanto, para a execução da primeira fiada, deve-se analisar o alinhamento das peças e o espaçamento, onde serão aplicadas as juntas de travamento das peças.

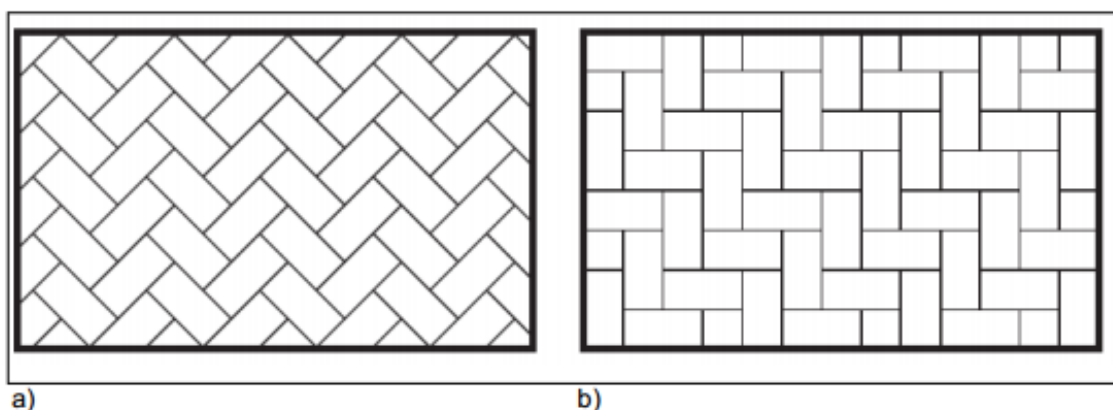


Figura 16- (a)- espinha de peixe a 45°; (b)- espinha de peixe a 90° (ICPI, 2011).

- **Compactação dos blocos**

A compactação é feita com a utilização de uma placa vibratória, com o objectivo de nivelar a camada superficial das peças de Betão. Posteriormente, será compactada a areia de assentamento, permitindo que preencha as juntas, de baixo para cima.

Após o assentamento dos Pavês, deve ser iniciado o adensamento das peças, a ser realizado com um compactador de placa vibratória, o qual deve ser aplicado até que seja obtida uma superfície nivelada.

Realizada a compactação inicial, uma camada de areia fina deve ser espalhada sobre a superfície de blocos para a realização do rejuntamento. Recomenda-se a utilização de vassouras para facilitar a penetração da areia nas juntas, garantindo maior travamento dos blocos de Betão (GODINHO et alii, 2009).

Após uma nova compactação, o pavimento pode ser liberado para o tráfego. Fioriti (2007) enfatiza que em países em que a pavimentação com blocos de Pavês de Betão é praticada há mais tempo, o assentamento dos Pavês é muitas vezes realizado por meio de equipamentos automatizados.



Figura 17- Assentamento mecanizado de Pavês (3).



Figura 18- Assentamento mecanizado de Pavês utilizado na Holanda. (4).

A ocupação das juntas com areia proporciona um maior intertravamento entre as peças vizinhas. Logo, há algumas evidências de que o travamento das PPC possa ocorrer mais ligeiramente em pavimentos com juntas mais estreitas entre as peças (MARCIEL, 2007).

2.4.Conservação e Manutenção

De acordo com Muller (2005), as irregularidades nos pavimentos intertravados podem ter origem quando:

- O processo construtivo é mal executado;
- O tráfego de veículos é maior do que aquele para o qual o pavimento foi projectado;
- Quando as variações climáticas interferem nas propriedades dos materiais utilizados.

Os pavimentos de blocos de Pavês podem apresentar problemas superficiais, que não exigem reforço estrutural, como a quebra de peças e falhas no rejuntamento (CARVALHO, 1998). Nestes casos, exige-se apenas a troca das peças e a re-execução do rejuntamento.

Na opinião de Carvalho (1998), como as peças são intertravadas, a retirada torna-se difícil, sendo às vezes necessária a quebra de algumas delas. Como vantagem, o autor apresenta a possibilidade de reaproveitamento de algumas peças, quando estas são tratadas por meio de raspagem e uso de substâncias apropriadas.

A manutenção estrutural é exigida em pavimentos intertravados quando ocorre a perda do suporte da fundação (CARVALHO, 1998). Nestes casos, além da troca e rejuntamento dos Pavês, é necessária a reconstrução das camadas inferiores.

Tendo na possibilidade de montagem e desmontagem uma alternativa muito eficaz para se

executar futuras manutenções, caso ocorra algum deslocamento, a manutenção neste tipo de pavimento não requer método alternativo de uso da mão de obra. Pois não utiliza equipamentos grandes, mas apenas a retirada da peça, realizando sua substituição caso seja afetada. Se a peça estiver íntegra, o trabalho realizado será a partir da visualização da camada de assentamento, podendo ter um acréscimo ou retirada do material granular (SANTOS, 2014).

Para Muller (2005), os pavimentos de Pavês possuem como vantagens a necessidade reduzida de manutenção e sua simplicidade de execução, quando comparados aos pavimentos asfálticos.

2.5. Patologias no pavimento

Segundo a norma 005 do DNIT (2003), as patologias do pavimento flexível são de fácil visualização para análise. São caracterizados diferentes tipos de patologias, representados na figura a seguir:

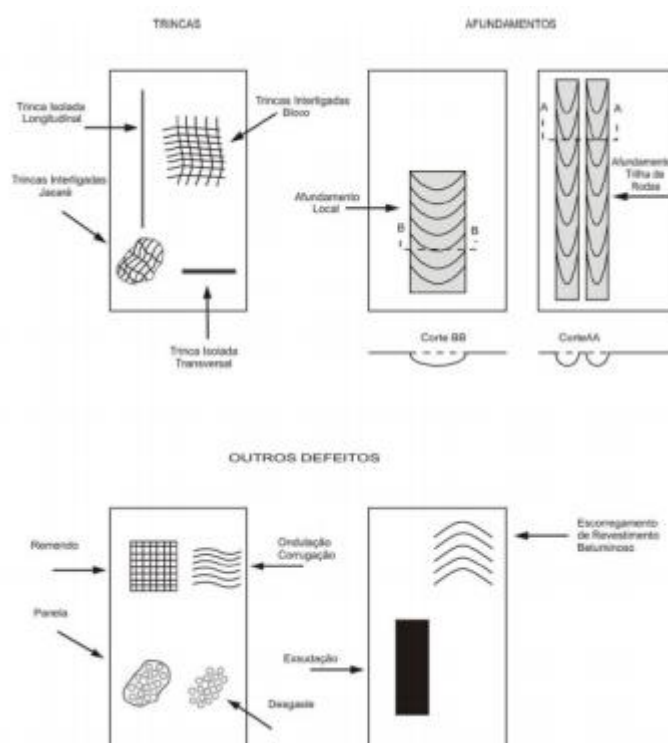


Figura 19- Representação patológico do pavimento (DNIT, 2003).

2.6. Vantagens dos Pavimentos Intertravados

Segundo a ABCP (1999), a pavimentação com blocos de Pavês de Betão pode ser considerada uma das alternativas, entre os pavimentos flexíveis e rígidos, quando um desses

procedimentos se torna inviável, seja por motivos técnicos ou econômicos. Podem ser utilizadas peças pré-moldadas de Betão em vias urbanas, pátios, praças e estacionamentos.

O baixo custo, a facilidade de manutenção e o reaproveitamento das peças (caso seja necessária sua remoção) facilitam sua competitividade entre os demais tipos de pavimentos existentes. Além disso, a utilização de mão de obra não especializada e de fácil obtenção no local das obras torna o processo mais econômico e permite uma rápida liberação de tráfego após o término da execução do pavimento (CRUZ, 2003).

CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

1. O tema, limitações e delimitações

1.1.Tema

Como forma a identificar os principais factores que podem influenciar a qualidade dos pavimentos em blocos de pavê, o tema proposto para esse trabalho é o seguinte:

ANÁLISE DE EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS COM BLOCOS DE PAVÊ

1.2.Limitações do trabalho

As limitações que podem afectar o decurso do trabalho são:

- As práticas de construção e materiais utilizados podem variar significativamente entre diferentes regiões geográficas, o que pode limitar a generalização dos resultados para além das áreas específicas estudadas;
- A disponibilidade de dados relevantes para a análise pode ser limitada, o que pode impactar a abrangência da pesquisa;
- O desempenho dos pavimentos com blocos de pavê pode ser afectado por factores externos, como condições climáticas extremas, ações de terceiros e eventos imprevistos, que estão fora do controle do escopo do estudo;
- O estudo pode ser limitado pela disponibilidade de tempo e recursos para realizar análises aprofundadas e extensas observações ao longo de períodos prolongados, o que pode influenciar a abrangência da investigação.

1.3.Delimitações do Trabalho

O trabalho terá as seguintes delimitações:

- O foco do estudo estará restrito aos pavimentos construídos com blocos de pavê, excluindo outras técnicas de pavimentação, como asfalto ou betão convencional;
- O trabalho terá uma abordagem predominantemente técnica, concentrando-se na análise de aspectos de engenharia relacionados à execução e desempenho dos pavimentos;
- As soluções para optimização da execução e performance dos pavimentos serão propostas com base nas análises realizadas, mas não serão realizados testes ou implementações práticas das propostas neste estudo.

2. Problema de Investigação

O problema central deste trabalho é investigar a execução de pavimentos com blocos de pavê e identificar os principais factores que podem afectar sua qualidade e desempenho ao longo do tempo. Além disso, buscar-se-á compreender as práticas actuais de construção, seus pontos fortes e limitações, visando propor soluções para otimizar a execução e a performance desses pavimentos.

2.1.Pergunta de Investigação

De modo a dar uma resposta ao problema a ser investigado, a pergunta a investigar será a seguinte:

“Quais são os principais factores que influenciam a qualidade e o desempenho dos pavimentos com blocos de pavê, durante a execução e ao longo do tempo, e de que forma as práticas actuais de construção podem ser optimizadas para garantir a melhor performance desses pavimentos?”

3. Hipóteses H0 e H1

Para Lakatos e Marconi (2003, p: 161) a hipótese é uma proposição que se faz na tentativa de verificar a validade de resposta existente para o problema. É uma suposição que antecede a constatação dos factos e tem como característica uma formulação provisória e que deve ser testada a sua validade.

De acordo com o problema a ser investigado e em concordância com a pergunta a investigar, consideram-se as seguintes hipóteses de trabalho:

(H0) – Não há relação significativa entre a execução de pavimentos com blocos de pavê e sua qualidade e desempenho ao longo do tempo, bem como as práticas actuais de construção não têm impacto significativo na performance desses pavimentos;

(H1) – Existe uma relação significativa entre a execução de pavimentos com blocos de pavê e sua qualidade e desempenho ao longo do tempo, e as práticas actuais de construção podem ser optimizadas para melhorar significativamente a performance desses pavimentos.

4. OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO

4.1.O Objectivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise detalhada da execução de pavimentos com blocos de pavê, buscando identificar os principais factores que afectam sua qualidade e desempenho ao longo do tempo. Além disso, o estudo tem o propósito de compreender as práticas actuais de construção desses pavimentos, explorando seus pontos fortes e limitações, com o intuito de propor soluções que otimizem a execução e a performance dessas estruturas viárias.

4.2.Os Objectivos Específicos

Na realização deste trabalho, almeja-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Investigar os métodos de execução mais comuns para pavimentos com blocos de pavê e analisar seu impacto na qualidade e durabilidade dos pavimentos;
- Avaliar como as características dos materiais utilizados na construção dos pavimentos intertravados de betão influenciam sua performance ao longo do tempo;
- Analisar os factores climáticos que podem afectar a execução e a durabilidade dos pavimentos com blocos de pavê;
- Investigar como as cargas de tráfego, incluindo a intensidade e o tipo de veículos, afectam o desempenho e a vida útil dos pavimentos intertravados de betão;
- Identificar os principais problemas e desgastes observados em pavimentos com blocos de pavê ao longo do tempo e analisar suas causas associadas à execução e construção;
- Avaliar as práticas actuais de construção de pavimentos intertravados de betão adoptadas e propor melhorias para otimizar a performance dos pavimentos;
- Investigar as técnicas de manutenção mais eficazes para preservar a qualidade e prolongar a vida útil dos pavimentos com blocos de pavê;
- Analisar como o planeamento adequado do projecto, incluindo o correcto dimensionamento, influencia a execução e a performance dos pavimentos com blocos de pavê;
- Avaliar a importância da gestão adequada da execução dos pavimentos com blocos de pavê para minimizar custos de manutenção e prolongar sua vida útil;
- Propor melhores práticas para a optimização da execução e performance dos pavimentos com blocos de pavê, considerando a relação entre qualidade,

durabilidade, segurança e sustentabilidade.

5. Justificativa

O tema "Análise de Execução de Pavimentos com blocos de pavê " é de extrema importância na área de estradas e infraestruturas viárias, pois aborda uma tecnologia inovadora e sustentável que tem ganho crescente relevante na construção de pavimentos. Os pavimentos com blocos de pavê têm se mostrado uma alternativa promissora aos tradicionais pavimentos de asfalto ou betão, oferecendo uma série de benefícios que tornam sua análise e aprimoramento fundamentais.

A investigação desse tema é crucial porque a qualidade e o desempenho dos pavimentos são factores essenciais para a segurança, a eficiência e a durabilidade das vias de transporte. Quando executados adequadamente, os pavimentos com blocos de pavê apresentam alta resistência mecânica e durabilidade, suportando o tráfego intenso de veículos de carga e mantendo suas características funcionais por longos períodos.

No entanto, existem desafios a serem superados na execução desses pavimentos, especialmente no que diz respeito à compreensão dos principais factores que podem afetar sua qualidade e desempenho ao longo do tempo. Identificar e analisar esses factores é crucial para garantir a eficiência e a segurança das estradas, bem como para evitar problemas prematuros de deterioração que podem levar a reparos custosos e interrupções no tráfego.

Além disso, compreender as práticas actuais de construção de pavimentos com blocos de pavê é essencial para desenvolver soluções que otimizem sua execução e performance. Através desse estudo, será possível identificar as melhores práticas e propor melhorias para que as vias possam alcançar um alto padrão de qualidade, resistência e durabilidade, resultando em um sistema de transporte mais eficiente e sustentável.

Por meio da resposta à pergunta investigativa proposta, ou seja, identificar os principais factores que influenciam a qualidade e o desempenho dos pavimentos com blocos de pavê e propor soluções para otimizar sua execução e performance, esse trabalho acadêmico contribuirá significativamente para o avanço da engenharia de estradas e para o desenvolvimento de infraestruturas viárias mais modernas, seguras e sustentáveis. Os resultados obtidos poderão subsidiar tomadas de decisão mais embasadas por parte de engenheiros, arquitectos e gestores de projectos de infraestrutura, influenciando positivamente o planeamento e execução de futuras obras rodoviárias.

Além disso, o estudo também poderá estimular a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e métodos construtivos na área de pavimentação, beneficiando a sociedade como um todo com vias mais duradouras, econômicas e amigáveis ao meio ambiente.

CAPÍTULO IV – ESTUDO DE CASO

1. Introdução

O presente estudo mergulha na análise minuciosa do projecto de execução de uma estrada pavimentada em blocos de pavê, abrangendo a criação de uma rotunda, ligações e acessos entre o Centro Comercial Novare e o Centro de Inspeção de Veículos da Matola, no Município da Matola.

1.1.Contextualização do Projeto

Este projecto surge como um elemento central no contexto de revitalização e modernização da infraestrutura viária da região, sendo concebido com o propósito específico de otimizar a fluidez do tráfego, oferecendo uma via de qualidade entre dois pontos cruciais da área.

1.2.Objetivos do Estudo de Caso

O objectivo primordial deste estudo é apresentar uma análise abrangente de todas as fases do projecto, desde o planeamento até a execução, evidenciando os procedimentos adoptados, os materiais utilizados, os desafios enfrentados e as lições aprendidas.

1.3.Relevância do Projeto de Pavimentação

A estrada proposta, com aproximadamente 600 metros de extensão total, representa não apenas uma ligação viária, mas um componente vital para a melhoria da mobilidade e acessibilidade na região. Além disso, visa contribuir significativamente para o crescimento socioeconómico, facilitando o acesso a importantes pontos comerciais e de inspeção veicular.

1.4. Escopo do Estudo

Este caso de estudo se propõe a examinar em detalhes as diferentes etapas do projeto, fornecendo uma visão holística das práticas utilizadas, dos materiais empregados e das considerações técnicas, oferecendo insights valiosos para a efectiva implantação de projectos similares no futuro.

Desta forma, a análise detalhada aqui apresentada busca não apenas descrever o processo de construção desta estrada de pavimento em blocos de pavê, mas também fornecer uma base sólida para a compreensão das práticas e desafios inerentes à execução de projectos viários similares.

2. Descrição do Projeto

O projecto "Execução de uma estrada de pavimento em blocos de Pavê, incluindo uma rotunda, ligações e acessos" abrange uma via que se estende do Centro Comercial Novare ao Centro de Inspeção de Veículos da Matola, situados no Município da Matola.



Figura 20- Imagem satélite do local para a execução da obra

2.1. Detalhes da Localização e Extensão

A estrada projectada possui uma extensão linear nominal de aproximadamente 500 metros, que, considerando a inclusão da rotunda, ligações e acessos, se estende para cerca de 600 metros. A largura total da estrada é de 12 metros, com passeios de 1,5 metros em ambos os lados, visando proporcionar um acesso seguro para veículos e pedestres.

2.2. Objetivos do Projeto

O principal objetivo deste empreendimento é aprimorar a circulação de tráfego entre o Centro Comercial Novare e o Centro de Inspeção de Veículos da Matola. Além disso, o projecto se insere em um contexto mais amplo de requalificação da área, contribuindo para o desenvolvimento de infraestruturas socioeconômicas.

2.3. Especificações Técnicas

O projecto foi elaborado seguindo as diretrizes do Método da SATCC (Standards for Road and Bridge Works, setembro de 1998, reeditado em 2001) e as especificações da CMA para Assentamento de Pavês e trabalhos complementares aplicáveis a este projeto. As especificações incluíram detalhes sobre base, sub-base, drenagem e o pavimento propriamente dito, garantindo a conformidade com os padrões técnicos exigidos.

O documento projectual definiu:

- Camada de desgaste em blocos de pavê de 80mm de espessura, com resistência de 35Mpa, assentes sobre colchão de areia de 30 a 50mm e travamento em lancil.

- Base em material britado tipo toutvenant, com 150mm de espessura e compactada conforme densidade de 102% AASHTO Modificado.
- Sub-base em solos importados de qualidade G6, com espessura de 200mm e compactada a densidade de 95% AASHTO Modificado.
- Roadbed em solo local de qualidade G7, com $CBR \geq 15MPa$, escarificado e compactado a densidade de 93% AASHTO Modificado.

3. Planeamento e Preparação

3.1. Planeamento Inicial do Projeto

Antes do início da execução, um planeamento detalhado foi elaborado, considerando as especificações técnicas e requisitos necessários para a criação da estrada de pavimento em blocos de Pavê, incluindo a rotunda, ligações e acessos. Esse planeamento envolveu a definição clara das etapas, o dimensionamento das camadas de base, sub-base e drenagem, além da escolha criteriosa dos materiais a serem utilizados.

3.2. Estudo dos Materiais e Testes Realizados

Um dos pontos-chave do planeamento foi o estudo aprofundado dos materiais necessários para a construção. Foram realizados testes de controle de execução de base e sub-base pela empresa responsável, seguindo as diretrizes do Método da SATCC e as Especificações da CMA para Assentamento de Pavês. Esses testes garantiram a conformidade dos materiais com os padrões técnicos requeridos.

3.3. Conformidade com as Normas e Especificações

O projecto foi desenvolvido levando em conta as normas estabelecidas, buscando atender a todas as especificações técnicas necessárias para a construção da estrada. As camadas de desgaste, base, sub-base e roadbed foram estruturadas de acordo com as orientações técnicas específicas, visando à durabilidade, resistência e estabilidade do pavimento.

3.4. Considerações de Drenagem e Base

Parte crucial do planeamento foi a consideração cuidadosa da drenagem da via. A inclinação para o escoamento adequado de água foi planeada com uma especificação de 1,5%, garantindo que a superfície da estrada permitisse o correcto fluxo de água, prevenindo acúmulos e danos causados pela água.

4. Materiais Utilizados

O projecto de pavimentação em blocos de Pavê envolveu uma gama variada de materiais, cada um desempenhando um papel crucial na construção da estrada e na sua durabilidade.

4.1. Camada de Desgaste em Blocos de Pavê:

Neste projeto usou-se blocos de 80 mm de espessura e resistência de 35 Mpa, assentados sobre colchão de areia de 30 a 50 mm, com travamento em Lancil.

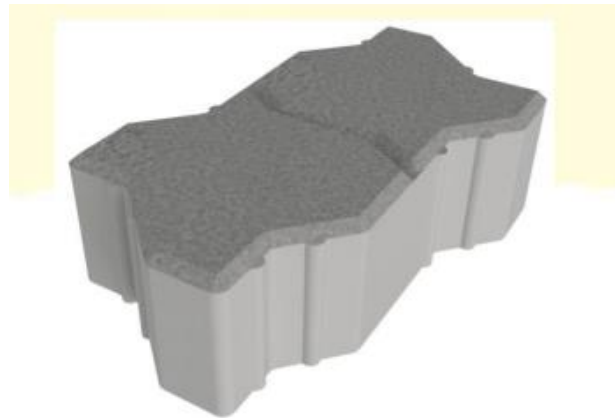


Figura 21- Forma dos pavês utilizados (Fonte: BLITZ)

1.1. Lancil para Contenções Laterais:

Os lancis de betão pré-fabricados utilizados são compostos por inertes de rochas naturais e de ligantes hidráulicos de alta resistência. Utilizados como contenções laterais, oferecendo uma barreira perceptível aos motoristas.

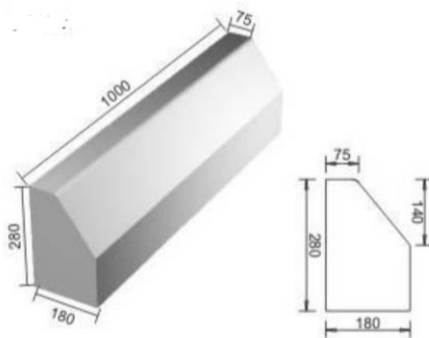


Figura 22- Especificações do Lancil utilizado (Fonte: BLITZ)

4.2. Areia de assentamento e rejuntamento

A importância da areia de assentamento e rejuntamento em pavimentos de blocos de Pavês de betão é crucial para a estabilidade e durabilidade do pavimento. No entanto, no contexto do caso de estudo apresentado, é relevante ressaltar a ausência de especificações granulométricas para a areia de assentamento e rejuntamento.

A granulometria da areia é um aspecto crítico para garantir o correcto assentamento dos

blocos, distribuição uniforme das cargas e preenchimento adequado das juntas. A falta de ensaios granulométricos pode representar um desafio significativo, já que não há uma avaliação precisa da distribuição de tamanhos de partículas e da composição do material. A ausência desses ensaios pode resultar em incertezas quanto à capacidade da areia de proporcionar um assentamento uniforme e estável dos blocos, bem como a garantia de um travamento eficiente entre eles. Sem dados granulométricos, a uniformidade da camada de assentamento e rejuntamento pode ser comprometida, potencialmente levando a problemas como assentamento desigual, falta de estabilidade estrutural e até mesmo falhas prematuras no pavimento.

5. Logística e Transporte de Materiais

No contexto do projecto de pavimentação em blocos de Pavê, a gestão eficiente da logística e do transporte de materiais foi essencial para o progresso e a conclusão bem-sucedida da obra.

5.1.Planeamento Estratégico

Antes mesmo do início das actividades no canteiro de obras, um planeamento detalhado foi elaborado para coordenar a entrega e o armazenamento adequado dos materiais essenciais. Esse planeamento considerou a logística de entrega, assegurando a disponibilidade oportuna dos componentes, como toutvenant, solos importados e material britado, garantindo seu uso no momento correcto da construção.

5.2.Desafios Enfrentados

Um dos principais desafios enfrentados foi a logística da areia de assentamento e rejuntamento. A ausência de especificações granulométricas para esse material representou um obstáculo significativo. Sua entrega e armazenamento a céu aberto, sem controle de humidade ou proteção contra intempéries, foi um ponto crítico no processo logístico.

5.3.Manuseio no Estaleiro de Obras

Os blocos de betão, os lancis pré-fabricados e outros materiais foram manipulados no estaleiro sem muitos cuidados específicos. Embora tenham sido depositados nas áreas de trabalho, não houve uma atenção detalhada para o armazenamento ou para a proteção contra intempéries, o que poderia ser aprimorado para garantir a integridade dos materiais durante todo o processo de construção.

5.4.Controle de Qualidade

Apesar do planeamento logístico geralmente eficiente, a ausência de medidas para

garantir a qualidade e a integridade de certos materiais, como a areia de assentamento e rejuntamento, representou um potencial risco para a estabilidade e durabilidade do pavimento construído.

6. Execução do Pavimento em Blocos de Pavê

A realização do pavimento em blocos de pavê envolveu uma série de etapas meticulosas, desde a preparação do terreno até a conclusão final do pavimento. Cada fase foi executada com precisão para assegurar a qualidade e a durabilidade da estrada.

6.1.Preparação Inicial

Antes de iniciar a colocação dos blocos de pavê, uma preparação minuciosa foi realizada. O terreno foi limpo, escavado e nivelado, garantindo uma base sólida para o pavimento. As etapas iniciais foram fundamentais para assegurar um suporte adequado para a estrutura a ser construída.



Figura 23- Preparação do fundo de caixa.

6.2.Camada de Base e Sub-base

A construção da base e sub-base foi executada conforme as especificações técnicas estabelecidas. A utilização de materiais como toutvenant e solos importados seguiu padrões rigorosos de compactação, visando a estabilidade e resistência necessárias para a estrutura do pavimento.



Figura 24 - Aterro e nivelamento da sub-base com saibro



Figura 25- Execução da camada de base em toutvennant.

6.3. Contenções Laterais e Lancis

Os lancis pré-fabricados foram estrategicamente posicionados para actuar como contenções laterais, oferecendo suporte e delimitando a área pavimentada. Sua colocação foi realizada manualmente, garantindo sua fixação adequada à base, proporcionando uma barreira perceptível aos motoristas.



Figura 26- Execução das contenções laterais.

6.4. Camada de areia de assentamento

A aplicação da camada de areia para o assentamento dos blocos foi um passo crucial. A espessura uniforme e adequada dessa camada foi essencial para o correcto posicionamento e estabilidade dos blocos de pavê.



Figura 27- Execução da camada de assentamento de areia grossa.

6.5. Assentamento dos Blocos

Os blocos de pavê foram assentados manualmente sobre uma camada de areia, seguindo o padrão espinha de peixe definido em projecto. Um cuidadoso alinhamento e posicionamento dos blocos foram realizados para garantir um resultado estético e estruturalmente sólido.



Figura 28- Assentamento dos blocos de pavê.

6.6. Ajustes e arremates

Uma vez assentados todos os blocos que caibam inteiros na área a pavimentar, é necessário fazer ajustes e acabamentos nos espaços que ficaram vazios junto dos confinamentos externo e interno. Não devem ser usados pedaços de blocos com menos de 1:4 do seu tamanho original; nessas situações, o acabamento deve ser feito com argamassa seca, protegendo-se os blocos vizinhos com papel grosso e fazendo-se, com uma colher de pedreiro, as juntas que existiriam caso se usassem peças de betão, inclusive aquelas junto ao confinamento.



Figura 29- Ajustes e arremates.

6.7. Compactação inicial

A compactação é feita com placas vibratórias e em duas etapas: compactação inicial e compactação final. Colocados todos os blocos e feitos todos os ajustes e acabamentos, faz-se a primeira compactação do pavimento, antes do lançamento da areia para preenchimento das juntas entre os blocos. A compactação inicial tem como funções:

- Nivelar a superfície da camada de blocos de betão.
- Iniciar a compactação da camada de areia de assentamento.
- Fazer com que a areia preencha parcialmente as juntas, de baixo para cima, dando-lhes um primeiro estágio de travamento.

A compactação deve ser feita em toda a área pavimentada, com placas vibratórias; deve-se dar pelo menos duas passadas, em diferentes direções, percorrendo toda a área em uma direção (longitudinal, por exemplo) antes de percorrer a outra (transversal), tendo o cuidado de sempre ocorrer o recobrimento do percurso anterior, para evitar a formação de degraus. Cada passada tem que ter um cobrimento de, pelo menos, 20 cm sobre a

passada anterior. Deve-se parar a compactação a, pelo menos, 1,5 metro da frente de serviço. A compactação das bordas do pavimento, bem como de locais de difícil acesso às placas vibratórias (como a compactação junto a construções) deve ser realizada utilizando equipamentos de menor porte.

6.8. Espalhamento e varrição da areia de rejuntamento

As juntas entre os pavês foram preenchidas com a areia fina de rejuntamento, necessária para o intertravamento correcto dos blocos.

A areia de rejuntamento era espalhada utilizando vassouras sobre o pavimento. O processo de varrição também estava de acordo com o esperado e não havia varrição excessiva nem acúmulo de areia, buscando completar todos as juntas inteiramente e que houvesse um pouco de excesso de areia somente para varrição complementar após compactação final.



Figura 30- Espalhamento e varrição da areia de rejuntamento

6.9. Execução da compactação final

A compactação final tem como objectivo o intertravamento completo dos blocos e entrada da areia de rejuntamento em vazios que possam ter sido criados na colocação da mesma.

6.10. Inspeção final

Uma inspeção minuciosa foi conduzida para verificar a qualidade do pavimento. A ausência de problemas visíveis após a execução e a inspeção subsequente reforçaram a qualidade e a durabilidade do pavimento em blocos de Pavê.



Figura 31- Pavimento de blocos de pavê acabado.

CAPÍTULO V – ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

1. Análise e Discussão de resultados

A análise detalhada deste caso de estudo revela a importância crítica do alinhamento entre as especificações técnicas e a execução real do projecto. As diretrizes do Método da SATCC e as especificações da CMA foram seguidas de perto, refletindo um planeamento inicial cuidadoso. No entanto, a ausência de especificações granulométricas para a areia de assentamento e rejuntamento se destacou como uma lacuna significativa. Essa omissão representa um risco potencial para a estabilidade do pavimento, podendo resultar em problemas de assentamento desigual, falta de estabilidade estrutural e falhas precoces. Isso sublinha a necessidade crucial de uma especificação detalhada de materiais, evidenciando como pequenos detalhes podem impactar drasticamente a qualidade do projecto.

A seleção dos materiais desempenhou um papel essencial na construção do pavimento. Os blocos de Pavê, lãncis e a areia de assentamento são componentes vitais para a durabilidade e estabilidade da estrada. Enquanto os blocos atendiam às especificações quanto a espessura e resistência, a ausência de ensaios granulométricos para a areia de assentamento gerou incertezas. A falta de uniformidade na distribuição de partículas pode comprometer o assentamento dos blocos, levando a uma possível degradação prematura do pavimento. Isso destaca a importância crítica de testes e controle de qualidade abrangentes para todos os materiais, garantindo sua conformidade com os requisitos técnicos.

A logística e gestão de materiais apresentaram desafios notáveis. O planeamento estratégico foi eficiente para garantir a entrega oportuna dos materiais essenciais, excepto para a areia de assentamento. A ausência de especificações granulométricas dificultou o transporte e armazenamento adequado desse material crucial. Além disso, embora os materiais tenham sido manipulados no canteiro de obras, a falta de atenção detalhada ao armazenamento e proteção contra intempéries pode ter comprometido a integridade de alguns componentes. Isso realça a necessidade de um controle mais rígido na manipulação e armazenamento dos materiais, especialmente aqueles mais sensíveis a condições ambientais adversas.

A execução do pavimento demonstrou precisão técnica em várias etapas, desde a preparação inicial até a inspeção final. A preparação cuidadosa do terreno, a construção das camadas base e sub-base, e a colocação dos blocos de Pavê foram executadas de

acordo com as especificações técnicas. No entanto, a ausência de testes granulométricos para a areia de assentamento pode ter afetado a eficácia do processo de assentamento dos blocos. A varrição e compactação da areia de rejuntamento foram realizadas conforme planeado, mas a falta de especificações granulométricas continua sendo uma preocupação. A inspeção final aparentemente não revelou problemas visíveis, mas a verdadeira durabilidade do pavimento pode ser uma incógnita.

Os desafios enfrentados durante a execução desse projecto oferecem valiosas lições. A ausência de especificações granulométricas para a areia de assentamento e a logística desafiadora destacaram a necessidade de rigorosos controles de qualidade e planeamento logístico mais abrangente em projectos similares. Recomenda-se fortemente a inclusão detalhada de especificações granulométricas para materiais críticos, além de um plano logístico mais robusto para garantir o transporte e armazenamento adequado de todos os materiais.

Em síntese, a análise detalhada dos resultados deste estudo revelou não apenas os pontos fortes, mas também as vulnerabilidades do projecto. A inclusão de especificações granulométricas detalhadas, um controle mais rigoroso da gestão de materiais e um plano logístico mais abrangente são aspectos cruciais a serem considerados para futuros projectos viários. Essas melhorias são fundamentais para garantir a qualidade, estabilidade e durabilidade de estradas pavimentadas, especialmente quando se trata de projectos complexos como este.

CAPITULO VI - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. Conclusões e Recomendações

1.1. Conclusões

A análise abrangente deste estudo de caso revela aspectos cruciais no desenvolvimento e execução de projectos de infraestrutura viária, especialmente no contexto da pavimentação em blocos de Pavê. Enquanto o projecto demonstrou precisão técnica em várias etapas, desde o planeamento até a execução, certos desafios e lacunas foram identificados, destacando áreas de melhoria para futuros empreendimentos similares.

Especificação detalhada de materiais: A ausência de especificações granulométricas para a areia de assentamento e rejuntamento foi identificada como uma lacuna crítica. Esta omissão representou um risco potencial para a estabilidade do pavimento, enfatizando a necessidade de detalhamento minucioso dos materiais utilizados em projectos futuros.

Controle de qualidade abrangente: Apesar do planeamento eficiente, a falta de medidas para garantir a qualidade e integridade de certos materiais, como a areia de assentamento, foi um desafio. Recomenda-se a implementação de procedimentos mais rigorosos de controle de qualidade em todas as fases do projecto para assegurar a conformidade com os padrões técnicos.

Gestão logística aprimorada: Os desafios enfrentados na logística, especialmente em relação ao transporte e armazenamento da areia de assentamento, ressaltaram a importância de um planeamento logístico mais abrangente e medidas de proteção adequadas para todos os materiais utilizados.

Inclusão de especificações granulométricas: A recomendação chave é a inclusão detalhada de especificações granulométricas para materiais críticos, como a areia de assentamento e rejuntamento. Essas especificações são vitais para garantir a uniformidade na distribuição de partículas, afetando diretamente a estabilidade e durabilidade do pavimento.

1.2. Recomendações

Com base nas conclusões derivadas deste estudo, são propostas as seguintes recomendações para aprimorar projectos futuros de pavimentação em blocos de Pavê e infraestrutura viária similar:

Detalhamento de especificações técnicas: É crucial incluir especificações granulométricas para todos os materiais utilizados, especialmente para a areia de assentamento e rejuntamento. Isso garantirá a uniformidade e qualidade necessárias para a estabilidade do pavimento.

Implementação de rigorosos controles de qualidade: Estabelecer procedimentos robustos de

controle de qualidade em todas as etapas do projecto é essencial para garantir a conformidade com os padrões técnicos. Testes regulares dos materiais devem ser conduzidos para assegurar a integridade e adequação dos mesmos.

Planeamento logístico abrangente: Desenvolver um plano logístico mais abrangente e preciso, considerando não apenas a entrega oportuna, mas também o armazenamento e proteção adequados de todos os materiais, é fundamental para evitar problemas durante a execução.

Avaliação pós-execução mais detalhada: Realizar inspeções pós-execução mais detalhadas e abrangentes para verificar a durabilidade e estabilidade do pavimento, especialmente em projectos onde existem lacunas ou ausência de especificações técnicas.

Essas recomendações têm como objectivo direccionar futuros projectos de infraestrutura viária para garantir a qualidade, durabilidade e estabilidade dos pavimentos, proporcionando uma base sólida para a mobilidade e acessibilidade em áreas urbanas e comerciais.

BIBLIOGRAFIA

- (1)-
https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F336613679%2Ffigure%2Ffig2%2FAS%3A815000641892353%401571322703373%2FFigura-2-Corte-Longitudinal-da-Estrutura-de-um-Pavimento-Rigido-BERNUCCI-et-al-2010.jpg&tbnid=GT9IG1oIB6sghM&vet=12ahUKEwikh_KooIaBAxWXpycCHQqLDN8QMygDegQIARA7..i&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Ffigure%2FFigura-2-Corte-Longitudinal-da-Estrutura-de-um-Pavimento-Rigido-BERNUCCI-et-al-2010_fig2_336613679&docid=1Qjv7uisMPbjvM&w=426&h=302&q=Seccao%20transversal%20t%C3%ADpica%20de%20um%20pavimento%20rigido%20hd&ved=2ahUKEwikh_KooIaBAxWXpycCHQqLDN8QMygDegQIARA7. Acesso: 31/08/2023
- (2)-
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftetraconind.com.br%2Fblog%2Fquais-as-ferramentas-corretas-para-um-perfeito-assentamento-do-paver%2F&psig=AOvVaw31Q-tSBs_LY4op4xuekOV&ust=1693647757781000&. Acesso: 01/09/2023
- (3)-
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.saur.com.br%2Fpt%2Findustrial%2Fcases%2Fsaur-traz-mecanizacao-para-colocacao-de-paver&psig=AOvVaw0R5rlANtJbcdVS9TvdqpXC&ust=1694001684405000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCMiHsZ62k4EDFQAAAAAdAAAAABAD>
- (4)-
<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.linkedin.com%2Fin%2Ffc%25C3%25A1ssio-fernandes-1a48a317a&psig=AOvVaw0R5rlANtJbcdVS9TvdqpXC&ust=1694001684405000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBAQjRxqFwoTCMiHsZ62k4EDFQAAAAAdAAAAABAr>
- (5)- BLITZ Lda

- ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. São Paulo: ABCP, 2010. 36 p.
- AMADEI, D. I. B. Avaliação de blocos de concreto para pavimentação produzidos com resíduos de construção e demolição do Município de Juranda/PR. 153p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Maringá, 2011.
- BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Gorgetti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: Gráfica Minister, 2007.
- CARVALHO, Marcos Dutra de. Pavimentação com Peças Pré-Moldadas de Concreto. 4 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.
- CRUZ, Luiz M. Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento. 2003, 281 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- DNIT 005 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Terminologia. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. 2003.
- FIORITI, Cesar F. Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo. 2007.
- FONTES, L. P. T. L. Contribuição à Investigação Geotécnica de Vias Urbanas não Pavimentadas Através do Emprego do Penetrômetro Dinâmico de Cone. Florianópolis, Brasil, 2001.
- FRANCA F. LUÍS MÁRCIO, notas de aula, julho 2005. MASCARENHAS NETO, J.D. Método para construir as estradas em Portugal. 1790.
- GODINHO, Dalter Pacheco. Pavimento intertravado: Uma reflexão sob a ótica da durabilidade e sustentabilidade. 2009, 157 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.
- HALLACK, A. B. D. O. Dimensionamento de Pavimentos com Revestimento de Peças Pré-Moldadas de Concreto para Áreas Portuárias e Industriais. Tese de Mestrado, Universidade de São Paulo – Escola Politécnica, São Paulo, Brasil, 1998.
- HALLACK, A. Pavimento Intertravado: uma solução universal. Revista Prisma. São Paulo, v.1, dezembro de 2001. P 25-27.

- INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT INSTITUTE (ICPI). Construction details and guide specifications for interlocking concrete pavements and concrete grid pavements. Sterling, Virginia, June 1996.
- JÚNIOR, Fernando Augusto. Manual de Pavimentação Urbana. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1992.
- JUNIOR, Ivan J. A. Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas – Estudo de Caso Guaiúba, CE. 2007, 221 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.
- KNAPTON, J. Romans and their roads – The original small element pavement technologists. In: International Concrete Block Paving Conference, 1996. TelAviv, Israel, June, Anais...Tel-Aviv. 1996.
- MACIEL, Anderson Brum. Dossiê Técnico – Pavimentos Intertravados. Santa Rosa: SENAI Virgílio Lunardi, 2007.
- MADRID, G. G. (1999).BT-135. Construção de pavimentos de blocos de concreto. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland- ABCP, 1999.
- MARCHIONI, Mariana & SILVA, Cláudio Oliveira. Pavimento Intertravado Permeável Melhores Práticas. Associação Brasileira de Cimento Portland, 2011. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/wpcontent/uploads/2011/06/Cartilha_Pav_Intertravado_Permeavel_v1.pdf>. Acesso em 14 nov. 2011.
- MULLER, R.M. Avaliação de Transmissão de Esforços em Pavimentos Intertravados de Blocos de Concreto. Dissertação de Mestrado, Sc. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil 2005.
- PIOROTTI, J.L. (1985). Pavimentação intertravada. 1ª edição. Rio de Janeiro: Montana S. A. Indústria e Comércio, 1985, 64p.
- SANTOS, Vânia Regina Ferreira dos. Análise do desempenho de pisos táteis, intertravados, produzidos com agregados de resíduos de construção civil RCC e fibras de aço. 116p. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de PósGraduação da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas – FT Unicamp. Limeira – SP, 2014.
- SENÇO, Wlastermiler de. Manual de técnicas de pavimentação - Vol. 1. 2ª Ed. ampl. - São Paulo: Pini, 2007.
- SHACKEL, B. Design and Construction of Interlocking Concrete Block Pavement. Elsevier, New York and London, 1990.

- WIEBBELLING, P. O. G (2015). Dissertação– Bacharel em Engenharia Civil., CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES CURSO DE ENGENHARIA CIVIL, Lajeado, 2015

ANEXOS


Anexo A: Resultados do ensaio da Base

Anexo B: Resultados do ensaio da Sub Base

Anexo C: Resultados do ensaio do Sub leito

Anexo D: Resultados do ensaio dos Pavês

Anexo A: Resultados do ensaio da Base

 MOISTURE - DENSITY GAUGE BARIDADE E HUMIDADE "IN SITU" (Aparelho Nuclear)																																																																																																																																									
PROJECT: OBRA:		10211						Sheet N° Boletim N°																																																																																																																																	
Site: Local:		0+000 - 0+120			Layer N°: Camada N°		Base			Sample N° Amostra N°																																																																																																																															
Source of Mat.: Prov. do material:								Density Gauge Gama densímetro Sn°																																																																																																																																	
		Reference Standard Counts Standard Counts Referência			Daily Reading Leitura Diária			Deviation (%) Desvio (%)																																																																																																																																	
Standard Density Baridade Standard		DS							+/- 1%																																																																																																																																
Standard Moisture Humidade Standard		MS							+/- 2%																																																																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Test N°</th> <th colspan="3">1</th> <th colspan="3">2</th> <th colspan="3">3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ensaio N°</td> <td colspan="9"></td> </tr> <tr> <td>Chainage PK</td> <td colspan="3">0+005</td> <td colspan="3">0+005</td> <td colspan="3">0+005</td> </tr> <tr> <td>Location Local</td> <td colspan="3">LH5</td> <td colspan="3">CL</td> <td colspan="3">RH5</td> </tr> <tr> <td>Depth of Measurement Profundidade (mm)</td> <td colspan="3">150</td> <td colspan="3">150</td> <td colspan="3">150</td> </tr> <tr> <td>Wet Density Baridade humide</td> <td>WD</td> <td>2100</td> <td>2093</td> <td>2082</td> <td>2167</td> <td>2159</td> <td>2177</td> <td>2186</td> <td>2187</td> <td>2168</td> </tr> <tr> <td>Moisture Content Teor em agua</td> <td>%M</td> <td>7.7</td> <td>7.9</td> <td>8.9</td> <td>7.0</td> <td>9.3</td> <td>9.1</td> <td>8.8</td> <td>10.0</td> <td>7.5</td> </tr> <tr> <td>Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima</td> <td>g/cm³</td> <td colspan="3">1990</td> <td colspan="3">1990</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Dry Density Baridade Seca "in situ"</td> <td>DD</td> <td>1950</td> <td>1841</td> <td>1912</td> <td>2024</td> <td>1975</td> <td>1995</td> <td>2010</td> <td>1988</td> <td>2018</td> </tr> <tr> <td>Compaction Grau de compactação</td> <td>%PR</td> <td>98.0</td> <td>97.5</td> <td>96.1</td> <td>101.3</td> <td>99.3</td> <td>100.3</td> <td>101.0</td> <td>99.9</td> <td>101.4</td> </tr> <tr> <td>Compaction Average Compactação Média</td> <td>%PR</td> <td colspan="9"></td> </tr> <tr> <td>Moisture Content Average Teor em agua médio</td> <td>%M</td> <td colspan="9"></td> </tr> </tbody> </table>											Test N°	1			2			3			Ensaio N°										Chainage PK	0+005			0+005			0+005			Location Local	LH5			CL			RH5			Depth of Measurement Profundidade (mm)	150			150			150			Wet Density Baridade humide	WD	2100	2093	2082	2167	2159	2177	2186	2187	2168	Moisture Content Teor em agua	%M	7.7	7.9	8.9	7.0	9.3	9.1	8.8	10.0	7.5	Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/cm³	1990			1990						Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1950	1841	1912	2024	1975	1995	2010	1988	2018	Compaction Grau de compactação	%PR	98.0	97.5	96.1	101.3	99.3	100.3	101.0	99.9	101.4	Compaction Average Compactação Média	%PR										Moisture Content Average Teor em agua médio	%M									
Test N°	1			2			3																																																																																																																																		
Ensaio N°																																																																																																																																									
Chainage PK	0+005			0+005			0+005																																																																																																																																		
Location Local	LH5			CL			RH5																																																																																																																																		
Depth of Measurement Profundidade (mm)	150			150			150																																																																																																																																		
Wet Density Baridade humide	WD	2100	2093	2082	2167	2159	2177	2186	2187	2168																																																																																																																															
Moisture Content Teor em agua	%M	7.7	7.9	8.9	7.0	9.3	9.1	8.8	10.0	7.5																																																																																																																															
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/cm³	1990			1990																																																																																																																																				
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1950	1841	1912	2024	1975	1995	2010	1988	2018																																																																																																																															
Compaction Grau de compactação	%PR	98.0	97.5	96.1	101.3	99.3	100.3	101.0	99.9	101.4																																																																																																																															
Compaction Average Compactação Média	%PR																																																																																																																																								
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M																																																																																																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Test N°</th> <th colspan="3">4</th> <th colspan="3">5</th> <th colspan="3">6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ensaio N°</td> <td colspan="9"></td> </tr> <tr> <td>Chainage PK</td> <td colspan="3">0+015</td> <td colspan="3">0+015</td> <td colspan="3">0+015</td> </tr> <tr> <td>Location Local</td> <td colspan="3">RH5</td> <td colspan="3">CL</td> <td colspan="3">LH5</td> </tr> <tr> <td>Depth of Measurement Profundidade (mm)</td> <td colspan="3">150</td> <td colspan="3">150</td> <td colspan="3">150</td> </tr> <tr> <td>Wet Density Baridade humide</td> <td>WD</td> <td>2061</td> <td>2069</td> <td>2073</td> <td>2153</td> <td>2167</td> <td>2158</td> <td>2117</td> <td>2123</td> <td>2121</td> </tr> <tr> <td>Moisture Content Teor em agua</td> <td>%M</td> <td>7.4</td> <td>7.2</td> <td>7.0</td> <td>6.8</td> <td>6.7</td> <td>7.4</td> <td>6.4</td> <td>6.5</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima</td> <td>g/cm³</td> <td colspan="3">1990</td> <td colspan="3">1990</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Dry Density Baridade Seca "in situ"</td> <td>DD</td> <td>1910</td> <td>1930</td> <td>1937</td> <td>2016</td> <td>2031</td> <td>2008</td> <td>1990</td> <td>1993</td> <td>1980</td> </tr> <tr> <td>Compaction Grau de compactação</td> <td>%PR</td> <td>96.4</td> <td>97.0</td> <td>97.3</td> <td>101.3</td> <td>102.1</td> <td>100.9</td> <td>100.0</td> <td>100.2</td> <td>99.5</td> </tr> <tr> <td>Compaction Average Compactação Média</td> <td>%PR</td> <td colspan="9"></td> </tr> <tr> <td>Moisture Content Average Teor em agua médio</td> <td>%M</td> <td colspan="9"></td> </tr> </tbody> </table>											Test N°	4			5			6			Ensaio N°										Chainage PK	0+015			0+015			0+015			Location Local	RH5			CL			LH5			Depth of Measurement Profundidade (mm)	150			150			150			Wet Density Baridade humide	WD	2061	2069	2073	2153	2167	2158	2117	2123	2121	Moisture Content Teor em agua	%M	7.4	7.2	7.0	6.8	6.7	7.4	6.4	6.5	7.1	Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/cm³	1990			1990						Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1910	1930	1937	2016	2031	2008	1990	1993	1980	Compaction Grau de compactação	%PR	96.4	97.0	97.3	101.3	102.1	100.9	100.0	100.2	99.5	Compaction Average Compactação Média	%PR										Moisture Content Average Teor em agua médio	%M									
Test N°	4			5			6																																																																																																																																		
Ensaio N°																																																																																																																																									
Chainage PK	0+015			0+015			0+015																																																																																																																																		
Location Local	RH5			CL			LH5																																																																																																																																		
Depth of Measurement Profundidade (mm)	150			150			150																																																																																																																																		
Wet Density Baridade humide	WD	2061	2069	2073	2153	2167	2158	2117	2123	2121																																																																																																																															
Moisture Content Teor em agua	%M	7.4	7.2	7.0	6.8	6.7	7.4	6.4	6.5	7.1																																																																																																																															
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/cm³	1990			1990																																																																																																																																				
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1910	1930	1937	2016	2031	2008	1990	1993	1980																																																																																																																															
Compaction Grau de compactação	%PR	96.4	97.0	97.3	101.3	102.1	100.9	100.0	100.2	99.5																																																																																																																															
Compaction Average Compactação Média	%PR																																																																																																																																								
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M																																																																																																																																								
g _{max} =		g/cm³		1990		w _{opt} =		8.5 %																																																																																																																																	
		Compaction Average Média Compactação						%																																																																																																																																	
		Moisture Content Average Teor em Agua Médio						%																																																																																																																																	
TESTED BY: EXECUTOR:		Hanza F.			CHECKED BY: VERIFICOU:		MOTAENCL COMPACTAGENS NAJ																																																																																																																																		
DATE: DATA:		25/08/2022			DATE: DATA:		25/08/22																																																																																																																																		

1 - Melhorar a Compactação.
25/08/22



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	10 2112	Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:	0 + 000 - 0 + 120	Layer N°: Camada N°	Base
Source of Mat.: Prov. do material:		Density Gauge Gamadensímetro	Sn°

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS			+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS			+/- 2%

Test N°		7	8	9	
Ensaio N°					
Chainage PK		0 + 030	0 + 030	0 + 030	
Location Local		RHS	CL	LHS	
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	150	150	
Wet Density	WD	2105	2115	2120	2169
Baridade húmida					2195
Moisture Content	%M	6.7	7.3	6.0	6.6
Teor em água					6.5
Maximum Dry Density	g _{max}		1990		1990
Baridade Seca Máxima					1990
Dry Density	DD	1972	1971	2000	2034
Baridade Seca "in situ"					2059
Compaction	%PR	99.1	99.1	100.5	102.2
Grau de compactação					103.5
Compaction Average	%PR				102.7
Compactação Média					97.2
Moisture Content Average	%M				97.1
Teor em água médio					97.3

Test N°		10	11	12	
Ensaio N°					
Chainage PK		0 + 045	0 + 045	0 + 045	
Location Local		RHS	CL	LHS	
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	150	150	
Wet Density	WD	2148	2124	2131	2131
Baridade húmida					2155
Moisture Content	%M	7.1	7.6	7.0	6.4
Teor em água					6.5
Maximum Dry Density	g _{max}		1990		1990
Baridade Seca Máxima					1990
Dry Density	DD	2005	1983	1991	2004
Baridade Seca "in situ"					2024
Compaction	%PR	100.8	99.6	100.1	100.7
Grau de compactação					101.7
Compaction Average	%PR				101.2
Compactação Média					101.4
Moisture Content Average	%M				100.7
Teor em água médio					100.7

g _{max} =	g/cm ³	1990	w _{opt} =	%	
				Compaction Average Média Compactação	%
				Moisture Content Average Teor em Água Médio	%

TESTED BY: EXECUTOR:	HANSON F.	CHECKED BY: VERIFICADOR:	[Signature]
DATE: DATA:	25/08/2022	DATE: DATA:	25/08/2022

COMPACTAÇÃO
 NÃO SATISFATORIA
 MELHORAR A COMPACTAÇÃO
 A-2082-



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	1024	Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:	0+000 - 0+120	Layer N°: Camada N°	Base
Source of Mat.: Prov. do material:		Density Gauge Gamadensímetro	Sn°

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Lettura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS			+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS			+/- 2%

Test N° Ensaio N°		13	14	15		
Chainage PK		0+060	0+060	0+060		
Location Local		LHS	CL	RHS		
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	150	150		
Wet Density	WD	2099	2103	2095	2127	2143
Baridade humida						
Moisture Content	%M	6.4	5.9	6.3	6.0	6.0
Teor em agua						
Maximum Dry Density	ρ_{max}	1990			1990	1990
Baridade Seca Máxima						
Dry Density	DD	1974	1986	1970	2006	2022
Baridade Seca "in situ"						
Compaction	%PR	99.2	99.8	99.0	100.8	101.6
Grau de compactação						
Compaction Average	%PR					
Compactação Média						
Moisture Content Average	%M					
Teor em agua médio						

Test N° Ensaio N°		16	17	18		
Chainage PK		0+075	0+075	0+075		
Location Local		RHS	CL	LHS		
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	150	150		
Wet Density	WD	2120	2087	2102	2205	2208
Baridade humida						
Moisture Content	%M	5.5	5.4	6.3	7.0	7.5
Teor em agua						
Maximum Dry Density	ρ_{max}	1990			1990	1990
Baridade Seca Máxima						
Dry Density	DD	2011	1979	1977	2060	2054
Baridade Seca "in situ"						
Compaction	%PR	101.0	99.5	99.3	103.5	103.2
Grau de compactação						
Compaction Average	%PR					
Compactação Média						
Moisture Content Average	%M					
Teor em agua médio						

ρ_{max} =	g/cm ³	1990	w_{opt} =	8.5 %	Compaction Average Média Compactação	%
					Moisture Content Average Teor em Agua Médio	%
TESTED BY: EXECUTOR:		CHECKED BY: VERIFICOU:				
DATE: DATA:	25/08/2022	DATE: DATA:	25/08/22			

1 - Melhorar compactação na 0+060.
 25/08/22



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	10211	Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:	0+000 - 0+120	Layer N°: Camada N°	Base
Source of Mat.: Prov. do material:		Density Gauge Gamadensímetro	
		Sn°	

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Lectura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS			+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS			+/- 2%

Test N° Ensaio N°		19		20		21	
Chainage PK		0+090		0+090		0+090	
Location Local		L45		CL		R45	
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150		150		150	
Wet Density Baridade húmida	WD	2146 2143	2160 2122	2107 2110	2035	2032 2067	
Moisture Content Teor em água	%M	7.0 7.3	7.0 6.2	6.2 6.2	6.8	7.4 6.1	
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _s ^{max}	1990		1990		1990	
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	2005 1997	2018 1998	1984 1987	1908	1893 1940	
Compaction Grau de compactação	%PR	100.8 100.4	101.4 100.4	99.7 99.8	95.9	95.1 97.9	
Compaction Average Compactação Média	%PR						
Moisture Content Average Teor em água médio	%M						

Test N° Ensaio N°		22		23		24	
Chainage PK		0+105		0+105		0+105	
Location Local		R45		CL		L45	
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150		150		150	
Wet Density Baridade húmida	WD	2001 2110	2103 2007	2093 2107	2066	2052 2035	
Moisture Content Teor em água	%M	6.2 6.2	5.7 6.8	5.1 5.0	5.4	6.0 5.6	
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _s ^{max}	1990		1990		1990	
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1970 1987	1980 1953	1991 2006	1961	1936 1935	
Compaction Grau de compactação	%PR	99.4 99.9	99.9 98.1	100.0 100.0	98.6	97.3 97.7	
Compaction Average Compactação Média	%PR						
Moisture Content Average Teor em água médio	%M						

g _s ^{max} =	g/cm ³	1990	w _{opt} =	8.5 %	Compaction Average Média Compactação	%
					Moisture Content Average Teor em Água Médio	%
TESTED BY: EXECUTOU:	HARZA FAG.			CHECKED BY: VERIFICOU:	Vitoria M Compactação BAIXA	
DATE: DATA:	25/08/2022			DATE: DATA:	25/08/2022 Humidade BAIXA	

← Melhorar
2022



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:		Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:	0+000 - 0+120	Layer N°: Camada N°	Base
Source of Mat.: Prov. do material:	Quarry	Density Gauge Gamadensímetro	Sn°

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS			+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS			+/- 2%

Test N° Ensaio N°		7	8	9		
Chainage PK		0+030	0+030	0+030		
Location Local		LHS	CL	RHS		
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	150	150		
Wet Density	WD	2073	2050	2067	2125	2117
Baridade humida		2072	2079	2069		
Moisture Content	%M	3.6	4.1	3.8	4.5	3.8
Teor em agua		4.2	4.0	4.4		
Maximum Dry Density	g_smax	1990		1990		1990
Baridade Seca Máxima						
Dry Density	DD	2000	1970	1991	2032	2039
Baridade Seca "in situ"		2036	1988	1998	1982	
Compaction	%PR	100.5	99.0	100.0	102.1	102.5
Grau de compactação		102.3	99.9	100.4	99.6	
Compaction Average	%PR					
Compactação Média						
Moisture Content Average	%M					
Teor em agua médio						

Test N° Ensaio N°		10	11	12		
Chainage PK		0+045	0+045	0+045		
Location Local		RHS	CL	LHS		
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	150	150		
Wet Density	WD	2077	2091	2096	2105	2088
Baridade humida		2081	2074	2075	2078	
Moisture Content	%M	3.6	4.5	4.8	3.6	4.0
Teor em agua		4.5	4.0	5.3	4.1	
Maximum Dry Density	g_smax	1990		1990		1990
Baridade Seca Máxima						
Dry Density	DD	2005	2000	2000	2032	2008
Baridade Seca "in situ"		1993	1995	1971	1997	
Compaction	%PR	100.7	100.5	100.5	102.1	100.9
Grau de compactação		100.1	100.2	99.0	100.3	
Compaction Average	%PR					
Compactação Média						
Moisture Content Average	%M					
Teor em agua médio						

g_smax = g/cm³ 1990 w_{opt} = 8.5 %

Compaction Average Média Compactação	%
Moisture Content Average Teor em Agua Médio	%

TESTED BY: EXECUTOR:	Handa F.	CHECKED BY: VERIFICOU:	
DATE: DATA:	31/08/2022	DATE: DATA:	31/08/22

Anexo B: Resultados do ensaio da Sub Base

PROJECT: OBRA:		10211		Sheet N° Boletim N°		
Site: Local:		0+000-0+150		Layer N°: Camada N°		sub. base
Source of Mat.: Prov. do material:		solo vermelho			Density Gauge Gama densímetro Sn°	
Standard Density Baridade Standard		DS		Duty Reading Leitura Direta		Deviation (%) Desvio (%)
Standard Moisture Humidade Standard		MS				+/- 1%
						+/- 2%
Test N° Ensaio N°	Chainage PK	1		2		3
Location Local						
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200		200		200
Wet Density Baridade Humida	WD	1946	1958	1944	1910	1915
Moisture Content Teor em água	%M	6.0	5.0	5.2	5.5	4.9
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/cm³					
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1835	1863	1848	1810	1826
Compaction Grau de compactação	%PR	96.1	97.5	96.8	94.7	95.6
Compaction Average Compactação Média	%PR					
Moisture Content Average Teor em água médio	%M					
Test N° Ensaio N°	Chainage PK	4		5		6
Location Local						15+000
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200		200		LHS
Wet Density Baridade Humida	WD	2002	2003	1999	1909	1912
Moisture Content Teor em água	%M	8.2	9.1	8.4	7.9	5.9
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/cm³					
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1841	1835	1844	1770	1805
Compaction Grau de compactação	%PR	96.8	96.1	96.6	92.7	94.5
Compaction Average Compactação Média	%PR					
Moisture Content Average Teor em água médio	%M					
g/cm³		1910		w _{opt} = 8,5 %		Compaction Average Média Compactação
%						Moisture Content Average Teor em água médio
TESTED BY: EXECUTOU: DATE: DATA:	Hana Za			12-08-2022	CHECKED BY: VERIFICOU: DATE: DATA:	Edson Rangel
						12-08-2022

MEECAMZ-TS-FTP-003-REV2 NB: 927 A Volta de cx de drenagem no novo fazer compactação com saliência entre as ablixas e traço. P.



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BÁRIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	10211			Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:	0+000 - 0+150	Layer N°: Camada N°	Sub-base	Sample N° Amostra N°	
Source of Mat.: Prov. do material:	Solo Vermelho			Density Gauge Camada/Instrumento	
				Sr°	

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Báridade Standard	DS			
Standard Moisture Umidade Standard	MS			+/- 1%
				+/- 2%

Test N° Ensaio N°		7		8		9				
Chainage PC		15+000		15+000		30+000				
Location Local		CL		RHS		RHS				
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200		200		200				
Wet Density Báridade Úmida	WD	1993	1999	2033	2034	2033	2034	2040	2036	2026
Moisture Content Teor. água	%M	9.6	9.5	9.4	10.4	9.4	8.5	7.4	9.3	8.2
Maximum Dry Density Báridade Seca Máxima	g/cm³	1910		1910		1910		1910		
Dry Density Báridade Seca "in situ"	DD	1819	1825	1857	1843	1858	1875	1900	1866	1872
Compaction Grau de compactação	%PR	95.3	95.6	97.3	96.5	97.7	98.2	99.5	97.6	98.0
Compaction Average Compactação Média	%PR									
Moisture Content Average Teor. água médio	%M									

Test N° Ensaio N°		10		11		12				
Chainage PC		30+000		30+000		45+000				
Location Local		CL		LHS		RHS				
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200		200		200				
Wet Density Báridade Úmida	WD	1964	1971	1966	1912	1919	1935	2030	2022	2035
Moisture Content Teor. água	%M	8.4	8.5	7.9	6.4	6.6	6.4	8.5	9.1	8.3
Maximum Dry Density Báridade Seca Máxima	g/cm³	1910		1910		1910		1910		
Dry Density Báridade Seca "in situ"	DD	1812	1816	1822	1797	1798	1819	1871	1853	1879
Compaction Grau de compactação	%PR	94.9	95.1	95.4	94.1	94.2	95.2	98.0	97.0	98.4
Compaction Average Compactação Média	%PR									
Moisture Content Average Teor. água médio	%M									

g_{max}	g/cm³	1910	w_{opt}	8.5 %	Compaction Average Média Compactação	%
					Moisture Content Average Teor. água médio	%
TESTED BY: EXECUTOR:	HANZA			CHECKED BY: VERIFICOU:	Edson Rangel	
DATE: DATA:	12-08-2022			DATE: DATA:	12.05.22	



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
 (Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRAS:				Sheet N° Folha N°	
Site: Local:	0+000 - 0+150	Layer N°: Camada N°	Sub-base	Sample N° Amostra N°	
Source of Mat.: Prov. do material:	Solo vermelho			Density Gauge Gamadensímetro	Sr°

Standard Density Baridade Standard Standard Moisture Umidade Standard	DS MS	Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
				+/- 2%

Test N° Ensaio N°	Chainage Km	Location Local	Depth of Measurement Profundidade (cm)	Wet Density Baridade Úmida	Moisture Content Teor em água	Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	Dry Density Baridade Seca "In situ"	Compaction Grau de compactação	Compaction Average Compactação Média	Moisture Content Average Teor em água médio
	13	45+000	CL	1946	7.3	1910	1824	95.5		
	14	45+000	AHS	1945	7.3	1910	1812	94.9		
	15	60+000	AHS	1948	7.7	1910	1810	94.7		
			200	2029	8.3	1910	1874	98.1		
			200	2002	8.4	1910	1846	96.7		
			200	2009	7.5	1910	1868	97.8		
			200	1950	7.3	1910	1818	95.1		
			200	1945	6.9	1910	1820	95.3		
			200	1949	7.5	1910	1812	94.9		

Test N° Ensaio N°	Chainage Km	Location Local	Depth of Measurement Profundidade (cm)	Wet Density Baridade Úmida	Moisture Content Teor em água	Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	Dry Density Baridade Seca "In situ"	Compaction Grau de compactação	Compaction Average Compactação Média	Moisture Content Average Teor em água médio
	16	60+000	CL	1945	6.8	1910	1821	95.3		
	17	60+000	LHS	1937	6.8	1910	1814	95.0		
	18	75+000	LHS	1938	8.0	1910	1795	94.0		
			200	2042	8.1	1910	1889	98.9		
			200	2055	9.4	1910	1871	98.4		
			200	2044	8.1	1910	1891	99.0		
			200	1987	5.4	1910	1885	98.7		
			200	1955	4.3	1910	1874	98.1		
			200	1949	6.2	1910	1836	96.1		

$\rho_{smax} =$ g/cm³ 1910 $w_{opt} =$ 8,5 %

Compaction Average Média Compactação	%
Moisture Content Average Teor em água médio	%

TESTED BY: Executado por:	HANBA F.	CHECKED BY: Verificado por:	Edson Rangel
DATE: DATA:	12-08-2022	DATE: DATA:	12.05.22



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	10211			Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:	0 + 000 - 0 + 150	Layer N°: Camada N°	sub. base	Sample N° Amostra N°	
Source of Mat.: Prov. do material:	solo vermelho			Density Gauge Gamadensímetro	Sn°

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Lectura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS			
Standard Moisture Humidade Standard	MS			+/- 1%
				+/- 2%

Test N° Ensaio N°		19	20	21
Chainage PK		75+000	75+000	90+000
Location Local		CL		
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200	RHS	RHS
Wet Density Baridade Úmida	WD	2007	1995	1999
Moisture Content Teor em água	%M	8.4	9.1	8.7
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/sec	1910		
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1851	1828	1839
Compaction Grau de compactação	%PR	96.9	95.7	96.3
Compaction Average Compactação Média	%PR			
Moisture Content Average Teor em água médio	%M			

Test N° Ensaio N°		22	23	24
Chainage PK		90+000	90+000	105+000
Location Local		CL		
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200	LHS	LHS
Wet Density Baridade Úmida	WD	2027	2050	2048
Moisture Content Teor em água	%M	9.3	8.9	8.7
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g/sec	1910		
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1855	1883	1883
Compaction Grau de compactação	%PR	97.1	98.6	98.6
Compaction Average Compactação Média	%PR			
Moisture Content Average Teor em água médio	%M			

g/sec	g/cm³	1910	w_{opt}	8.5 %	Compaction Average Média Compactação	%
					Moisture Content Average Teor em Água Média	%
TESTED BY: EXECUTOU:	Hana		CHECKED BY: VERIFICOU:	Edson Rangel		
DATE: DATA:	12.08.2022		DATE: DATA:	12.08.2022		



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OERA:	10211		Sheet N° Sólitos N°	
Site: Local:	0+000 - 0+150	Layer N°: Camada N°	Sub. base	Sample N° Amostra N°
Source of Mat.: Prov. do material:	solo vermelha		Density Gauge Gama densímetro	Sr°

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS			+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS			+/- 2%

Test N° Ensaio N°		25		26		27	
Chainage Cil		105+000		105+000		120+000	
Location Local		CL		RHS		RHS	
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200		200		200	
Wet Density Baridade Humida	WD	1957 1956	1947 2040	2013 2012	1889 1933	1930	
Moisture Content Teor em água	%M	7.3 7.2	6.5 7.6	8.7 8.8	5.0 6.1	5.9	
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _s _{max}	1910		1910		1910	
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1824 1824	1829 1895	1852 1849	1799 1827	1823	
Compaction Grau de compactação	%PR	95.5 95.5	95.8 99.2	96.9 96.8	94.2 95.3	95.4	
Compaction Average Compactação Média	%PR						
Moisture Content Average Teor em água médio	%M						

Test N° Ensaio N°		28		29		30	
Chainage Cil		120+000		120+000		135+000	
Location Local		CL		LHS		LHS	
Depth of Measurement Profundidade (mm)		200		200		200	
Wet Density Baridade Humida	WD	2035 2048	2037 2075	2070 2050	1982 1978	1976	
Moisture Content Teor em água	%M	9.2 8.4	10.5 10.5	10.4 11.2	7.2 7.3	8.2	
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _s _{max}	1910		1910		1910	
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1864 1889	1844 1879	1875 1844	1849 1844	1825	
Compaction Grau de compactação	%PR	97.6 98.9	96.5 98.4	98.2 96.5	96.8 96.5	95.6	
Compaction Average Compactação Média	%PR						
Moisture Content Average Teor em água médio	%M						

g_s_{max} = g/cm³ 1910 w_{opt} = 8,5 %

Compaction Average
Média Compactação %
Moisture Content Average
Teor em água médio %

TESTED BY: EXECUTOR DATE:	Janza F. 12-08-2022	CHECKED BY: VERIFICOU DATE:	Adrian Rangel 10/09/2022
--	------------------------	--	-----------------------------

Anexo C: Resultados do ensaio do Sub leito

MOISTURE - DENSITY GAUGE BARIDADE E HUMIDADE "IN SITU" (Aparelho Nuclear)						
PROJECT: OBRA:	10211			Sheet N° Boletim N°	1	
Site: Local:	Layer N°: Camada N°	Road Bed		Sample N° Amostra N°	1	
Source of Mat.: Prov. de material:				Density Gauge Gamadensímetro Sn°	8221	
		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Lectura Diária	Deviation (%) Desvio (%)		
Standard Density Baridade Standard	DS		2486		+/- 1%	
Standard Moisture Humidade Standard	MS		425		+/- 2%	
Test N° Ensaio N°	1		2		3	
Chainage PK	+0,86		+0,87		0,84	
Location Local	L45 cl		cl		P48	
Depth of Measurement Profundidade (mm)	150 - 150		150 - 150		150 - 150	
Wet Density Baridade humida	WD	2096	2084	2085	2077	2080
Moisture Content Teor em agua	%M	9,3	9,3	9,6	7,6	8,0
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _s max	2040	-	2040	-	2040
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1917	1906	1903	1930	1926
Compaction Grau de compactação	%PR	94,0	93,4	93,3	94,6	94,4
Compaction Average Compactação Média	%PR	93,3				
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M	9,0				
Test N° Ensaio N°	4		5		6	
Chainage PK	cl		L45		P48	
Location Local	+0,264		+0,601		+0,616	
Depth of Measurement Profundidade (mm)	150 - 150		150 - 150		150 - 150	
Wet Density Baridade humida	WD	2013	2021	2036	2138	2128
Moisture Content Teor em agua	%M	7,2	7,7	7,8	10,8	9,7
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _s max	2040	-	2040	-	2040
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1877	1876	1887	1950	1940
Compaction Grau de compactação	%PR	92,0	92,4	92,0	94,0	94,5
Compaction Average Compactação Média	%PR	94,3				
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M	9,48				
g _s max =		g/cm ³ 2040		w _{opt} = 8,3 %		Compaction Average Média Compactação
TESTED BY: EXECUTOU:		Joaquim Sitor		CHECKED BY: VERIFICOU:		Edson Langal
DATE: DATA:		08/07/2022		DATE: DATA:		08/07/2022



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	<i>A0211</i>		Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:		Layer N°: Camada N°	<i>Bed</i>	Sample N° Amostra N°
Source of Mat.: Prov. do material:		Density Gauge Gamadensímetro	Sr°	<i>8221</i>

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS		<i>2486</i>	+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS		<i>425</i>	+/- 2%

Test N° Ensaio N°		<i>7</i>		<i>8</i>			
Chainage PK		<i>+0,50</i>		<i>+0,663</i>			
Location Local		<i>cl</i>		<i>CHS</i>			
Depth of Measurement Profundidade (mm)		<i>150</i>	-	<i>150</i>	-	<i>150</i>	
Wet Density Baridade humida	WD	<i>2062</i>	<i>2043</i>	<i>2074</i>	<i>2062</i>	<i>2059</i>	<i>2058</i>
Moisture Content Teor em agua	%M	<i>8,5</i>	<i>8,7</i>	<i>8,6</i>	<i>8,4</i>	<i>8,7</i>	<i>9,0</i>
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	ρ_{max}	<i>2040</i>	-	<i>2040</i>	-	<i>2040</i>	
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	<i>1901</i>	<i>1907</i>	<i>1909</i>	<i>1902</i>	<i>1894</i>	<i>1889</i>
Compaction Grau de compactação	%PR	<i>93,2</i>	<i>93,5</i>	<i>93,6</i>	<i>93,2</i>	<i>92,8</i>	<i>92,6</i>
Compaction Average Compactação Média	%PR						
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M						

Test N° Ensaio N°							
Chainage PK							
Location Local							
Depth of Measurement Profundidade (mm)							
Wet Density Baridade humida	WD						
Moisture Content Teor em agua	%M						
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	ρ_{max}						
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD						
Compaction Grau de compactação	%PR						
Compaction Average Compactação Média	%PR						
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M						

ρ_{max} =	ρ_{cm} = <i>2040</i>	w_{opt} = <i>8,3</i> %	Compaction Average Média Compactação	%
TESTED BY: EXECUTOR:	<i>Luizinho Siqueira</i>		Moisture Content Average Teor em Agua Médio	%
DATE:	<i>08/09/2022</i>		CHECKED BY: VERIFICOU:	<i>Edson Romualdo</i>
			DATE:	<i>08/09/2022</i>



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT:				Sheet N°	
OBRA:				Boletim N°	
Site: Local:		Layer N°: Camada N°	Road Bed	Sample N° Amostra N°	1
Source of Mat.: Prov. do material:				Density Gauge Gemadensimetro Sr°	8221

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DB		2459	+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS		428	+/- 2%

Test N° Ensaio N°		1	2	3
Chainage PK				
Location Local		cl	LHS	RHS
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150 - 150 - 150 - 150 - 150		
Wet Density Baridade humida	WD	2019	2019	2015
Moisture Content Teor em agua	%M	6,0	5,8	5,8
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _r max	2040	-	2040
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1904	1907	1905
Compaction Grau de compactação	%PR	93,4	93,5	93,4
Compaction Average Compactação Média	%PR			
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M			

Test N° Ensaio N°		4	5	6
Chainage PK				
Location Local		cl	LHS	cl
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150 - 150 - 150 - 150 - 150		
Wet Density Baridade humida	WD	2023	2029	2019
Moisture Content Teor em agua	%M	5,6	5,7	5,5
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _r max	2040	-	2040
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1915	1920	1914
Compaction Grau de compactação	%PR	93,9	94,1	93,8
Compaction Average Compactação Média	%PR			
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M			

$\rho_{r\max} =$ g/cm³ 2040 $w_{opt} = 8.3$ %

Compaction Average Média Compactação	%
Moisture Content Average Teor em Agua Médio	%

TESTED BY:
EXECUTOU: *Luiz Carlos Siqueira*

CHECKED BY:
VERIFICOU: *Edson de A. Langel*



**MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE**

**"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)**

PROJECT: OBRA:	10211			Sheet N° Boletim N°	A
Site: Local:		Layer N°: Camada N°	Road Bed	Sample N° Amostra N°	1
Source of Mat.: Prov. do material:				Density Gauge Gamadensímetro Sn°	8221

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Leitura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS		2459	+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS		428	+/- 2%

Test N° Ensaio N°		7		8		9		
Chainage PK								
Location Local		RHS		cl				
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	-	150	-	150	-	150
Wet Density Baridade humida	WD	1954	1959	1974	1972	1974	1969	1970
Moisture Content Teor em agua	%M	4,2	4,3	4,7	5,0	4,9	4,9	5,6
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _{max}	2040	-	2040	-	2040	-	2040
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1876	1879	1885	1878	1881	1878	1866
Compaction Grau de compactação	%PR	92,0	92,1	92,4	92,0	92,2	92,1	91,5
Compaction Average Compactação Média	%PR							
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M							

Test N° Ensaio N°		10		11		12		
Chainage PK								
Location Local								
Depth of Measurement Profundidade (mm)		150	-	150	-	150	-	150
Wet Density Baridade humida	WD	1953	1946	1981	1959	1985	1948	1964
Moisture Content Teor em agua	%M	6,1	6,0	5,6	5,5	5,9	5,5	4,2
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _{max}	2040	-	2040	-	2040	-	2040
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1841	1836	1848	1857	1875	1846	1885
Compaction Grau de compactação	%PR	90,2	90,0	90,6	91,0	91,9	90,5	92,4
Compaction Average Compactação Média	%PR							
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M							

g _{max} = g/cm ³ 2040		w _{opt} = 8,3 %	Compaction Average Média Compactação	%
			Moisture Content Average Teor em Agua Médio	%
TESTED BY: EXECUTOU:	Joanice Siqueira		CHECKED BY: VERIFICOU:	Edson de A. Rangel
DATE: DATA:	15/07/2022		DATE: DATA:	17/07/2022



MOISTURE - DENSITY GAUGE
BARIDADE E HUMIDADE
"IN SITU"
(Aparelho Nuclear)

PROJECT: OBRA:	102H	Sheet N° Boletim N°	
Site: Local:		Layer N°: Camada N°	1
Source of Mat.: Prov. do material:	Sdo VERMELHO	Density Gauge Gamadensímetro Sn°	824

		Reference Standard Counts Standard Counts Referência	Daily Reading Lectura Diária	Deviation (%) Desvio (%)
Standard Density Baridade Standard	DS		2450	+/- 1%
Standard Moisture Humidade Standard	MS		424	+/- 2%

Test N°		1	2	3
Ensaio N°				
Chainage PK		① 0.148	0.71	+0.574
Location Local				
Depth of Measurement Profundidade (mm)		③ 250	250	250
Wet Density Baridade humida	WD	1882	1876	1871
Moisture Content Teor em agua	%M	7.9	7.9	7.8
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _{max}	1880	1880	1880
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1745	1746	1735
Compaction Grau de compactação	%PR	92.8	92.9	92.3
Compaction Average Compactação Média	%PR			
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M			

Test N°		4	5	6
Ensaio N°				
Chainage PK		+0.482	+0.47	+0.482
Location Local				
Depth of Measurement Profundidade (mm)		250	250	250
Wet Density Baridade humida	WD	1852	1950	1954
Moisture Content Teor em agua	%M	11.5	11.6	10.3
Maximum Dry Density Baridade Seca Máxima	g _{max}	1880	1880	1880
Dry Density Baridade Seca "in situ"	DD	1752	1748	1731
Compaction Grau de compactação	%PR	93.2	93.0	94.2
Compaction Average Compactação Média	%PR			
Moisture Content Average Teor em agua médio	%M			

g _{max} =	g/cm ³ 1880	w _{opt} = 6.2 %	Compaction Average Média Compactação	%
			Moisture Content Average Teor em Agua Médio	%
TESTED BY: EXECUTOU:	Layano Sitor	CHECKED BY: VERIFICOU:	Cassim e repetiu ensaio.	
DATE: DATA:	18/07/2022	DATE: DATA:	18-07-22	

Notas: ① Colocar a pignoneira c/ PK.
 ③ Profundidade no Amplitude era 150mm.
 ③ ... não lembrar o nem fundado.

Anexo D: Resultados do ensaio dos Pavês

Tabela 2- Resultados da resistência a compressão.

Referencia		Data		Idade	Massa	Secção	Carga de Rotura	Tensão de Rotura	Tensão de Rotura média
LEM	Cliente	Fabrico	Ensaio						
				(Dias)	(Kg)	(10 ³ mm ²)	(10 ³ N)	(MPa)	(MPa)
1406-G	Pav.60	NC	02-08-22	NC	3.46	17.0	466.1	27.4	32.7
					3.53	17.0	636.3	37.4	
					3.33	17.0	508.2	29.9	
					3.38	17.0	594.8	35.0	
					3.41	17.0	603.7	35.5	
					3.42	17.0	522.1	30.7	
Valor médio Especificado pela SANS 1058-5 2021 para tráfego moderado									≥ 25
Valor mínimo individual especificado pela SANS 1058-5-2021 para tráfego moderado									20
Valor médio Especificado pela SANS 1058-5 2021 para tráfego pesado									≥ 35
Valor mínimo individual especificado pela SANS 1058-5-2021 para tráfego pesado									30

Tabela 3- Resultados da determinação da resistência ao desgaste nos pavês

Referência		Altura	Comprim.	Largura	Massa inicial	Massa final	Perda de massa	Massa volumica	Perda de Volume	Perda de Volume
LEM	Cliente									
		(mm)	(mm)	(mm)	(g)	(g)	(g)	(g/cm ³)	(mm ³)	(%)
1405- G	AFRO	50	50	50	391.1	389.9	1.20	3.13	383.53	0.31
		50	50	50	395.4	394.7	0.70	3.16	221.29	0.18
		50	50	50	388.5	387.1	1.40	3.11	450.45	0.36
		Valor Médio						1.10	3.13	351.76

Tabela 4- Resultados da determinação da absorção de água nos pavês

Referência		Data do Ensaio	Massa húmida	Massa seca	Absorção de água	Absorção de água media
LEM	Req.					
			(kg)	(kg)	(%)	(%)
1405- G	Pavê 80(AFRO)	03.08.22	4.36	4.18	4.31	4.67
			4.45	4.29	3.72	
			4.78	4.51	5.98	
Valor máximo admissível						≤6

