

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

LEONARDO SANTANA DE ALENCAR

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO NO
MUNICÍPIO DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE: UM ESTUDO DE CASO**

Cajazeiras-PB
2024

LEONARDO SANTANA DE ALENCAR

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO NO
MUNICÍPIO DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação da Prof.^a M.^a Carla Cavalcante Araújo.

Cajazeiras-PB
2024

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Cícero Luciano Félix CRB-15/750

A368c Alencar, Leonardo Santana de.

Análise da utilização do pavimento intertravado no município de Lavras da Mangabeira-CE : um estudo de caso / Leonardo Santana de Alencar. – Cajazeiras, 2024.

33f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2025.

Orientador: Prof^ª. Me. Carla Cavalcante Araújo.

1. Engenharia rodoviária. 2. Pavimento intertravado. 3. Avaliação de qualidade. 4. Manifestação patológica. I. Instituto Federal da Paraíba.
II. Título.

IFPB/CZ

CDU: 625.7

LEONARDO SANTANA DE ALENCAR

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO NO
MUNICÍPIO DE LAVRAS DA MANGABEIRA-CE: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 12 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Carla Cavalcante Araújo. – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientadora

Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1

Cinthya Santos da Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 2

Dedico este trabalho aos meus familiares, em especial meus pais e meu irmão, por sempre me apoiar e incentivar em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

De início, rendo meus agradecimentos a Deus, cuja presença constante me fortaleceu nos momentos mais desafiadores. Ele me mostrou que cada dificuldade enfrentada tinha um propósito maior, renovando minha fé e perseverança ao longo do caminho.

Ao meu pai, Cícero, minha mãe, Cícera, e meu irmão, Matheus, pelo apoio incondicional e constante ao longo dos cinco anos de graduação, que, para mim, inicialmente parecia uma tarefa por vezes impossível de concluir. Sem seu apoio, muito provavelmente, teria desistido.

À minha namorada, Rayane, pelo constante apoio e parceria, por sempre acreditar no meu sucesso e compreender minha ausência devido às demandas profissionais e educacionais às quais precisei dedicar tanto tempo.

Aos colegas de turma do IFPB, pelo auxílio em todas as tarefas desenvolvidas durante o curso. Sem a ajuda deles, a graduação teria se tornado uma tarefa muito mais árdua do que naturalmente já é.

Agradeço também à orientadora acadêmica, Prof.^a Carla Cavalcante Araújo, por disponibilizar seu tempo me orientar e sempre esclarecer minhas dúvidas, por sua dedicação e constante disponibilidade em oferecer apoio.

Ao Prof. Gastão Coelho de Aquino Filho, pela disponibilidade em sempre me atender e pela disposição em ajudar na correção do meu trabalho.

Agradeço a toda a equipe da Prefeitura Municipal de Lavras da Mangabeira por abrir suas portas e me ajudar no meu estudo de caso.

Por fim, rendo meus agradecimentos ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), *Campus* Cajazeiras, e a todos os professores dos quais tive a honra de ser aluno. As lições que aprendi foram muito além do simples conhecimento acadêmico; foram ensinamentos válidos para toda a vida.

RESUMO

Os pavimentos intertravados têm ganhado destaque como alternativa para vias urbanas devido à sua flexibilidade, estética e sustentabilidade. Contudo, sua durabilidade está diretamente associada à qualidade do projeto e da execução. Este estudo visa analisar a viabilidade técnica do pavimento intertravado através de revisões bibliográficas e estudo de casos, considerando a condição superficial do pavimento intertravado em duas obras localizadas no Município de Lavras da Mangabeira-CE, uma de responsabilidade do Estado e outra do Município. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, levantamento visual de manifestações patológicas e contagem volumétrica de tráfego. Os resultados indicaram a viabilidade técnica do pavimento intertravado, mas também evidenciaram manifestações patológicas precoces, como a trilha de roda e o excesso de largura das juntas, na obra do Município. Constatou-se que a qualidade da execução tem papel determinante no desempenho do pavimento, reforçando a necessidade do cumprimento rigoroso das normas técnicas para garantir sua longevidade e eficiência estrutural.

Palavras-chave: pavimento intertravado; manifestações patológicas; contagem volumétrica de tráfego; execução.

ABSTRACT

Interlocking pavements have gained prominence as an alternative for urban roads due to their flexibility, aesthetics, and sustainability. However, their durability is directly associated with the quality of design and execution. This study aims to analyze the technical feasibility of interlocked pavement through bibliographic reviews and case studies, considering the surface condition of the interlocked pavement in two projects located in the Municipality of Lavras da Mangabeira-CE, one under the responsibility of the State and the other of the Municipality. To achieve this, a bibliographic review on the topic was conducted, as well as a visual survey of pathological manifestations and volumetric traffic counting. The results indicated advantages of the system, such as ease of maintenance and aesthetic appeal, but also highlighted early pathological manifestations, such as wheel tracks and excessive joint width, in the Municipality's project. It was found that the quality of execution plays a decisive role in the performance of the pavement, reinforcing the need for strict compliance with technical standards to ensure its longevity and structural efficiency.

Keywords: interlocking pavement; pathological manifestations; volumetric traffic counting; execution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Estrutura do pavimento rígido.....	15
Figura 2 – Estrutura do pavimento flexível.....	16
Figura 3 – Estrutura básica do Pavimento intertravado e diagrama de distribuição de cargas.	17
Figura 4 – Seção típica do pavimento intertravado.....	18
Figura 5 – Exemplos de peças de concreto do tipo I.....	25
Figura 6 – Exemplos de peças de concreto do tipo II.....	25
Figura 7 – Exemplos de peças de concreto do tipo III.....	25
Figura 8 - Exemplos de peças de concreto do tipo IV.....	26
Figura 9 – Assentamento das peças de concreto tipo espinha de peixe a 45°.....	26
Figura 10 – Assentamento das peças de concreto tipo espinha de peixe.....	26
Figura 11 – Assentamento das peças de concreto tipo fileira.....	27
Figura 12 – Assentamento das peças de concreto tipo trama.....	27
Figura 13 – Manifestação patológica depressões.....	28
Figura 14 – Manifestação patológica ausência de contenção lateral.....	29
Figura 15 – Manifestação patológica excesso de largura das juntas.....	29
Figura 16 – Manifestação patológica ausência de peças de concretos.....	30
Figura 17 – Manifestação patológica remendo.....	30
Figura 18 – Manifestação patológica trilha de roda.....	31
Figura 19 – Pavimento intertravado de responsabilidade do Estado.....	34
Figura 20 – Pavimento intertravado de responsabilidade do Município.....	35
Figura 21 – Levantamento das ruas do Município.....	36
Figura 22 – Execução da camada de assentamento - obra do Estado.....	36
Figura 23 – Execução da terraplanagem - obra do Estado.....	37
Figura 24 - Execução da terraplanagem - obra do Estado.....	37
Figura 25 – Execução da sub-base - obra do Estado.....	38
Figura 26 – Execução da terraplanagem - obra do Estado.....	38
Figura 27 – Seção transversal do pavimento especificada no levantamento planialtimétrico.	39
Figura 28 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.....	41
Figura 29 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Estado).....	42
Figura 30 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Estado).....	43
Figura 31 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Estado).....	43

Figura 32 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Município).	44
Figura 33 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Município).	44
Figura 34 – Métodos manuais de contagem de volume.	45
Figura 35 – Ficha de contagem: obra do Estado.	47
Figura 36 – Ficha de contagem: obra do Município.....	50
Figura 37 – Pavimentação isenta de manifestações patológicas aparentes.	53
Figura 38 – Manifestação patológica trilha de roda.	54
Figura 39 – Manifestação patológica trilha de roda.	55
Figura 40 – Manifestação patológica trilha de roda.	55
Figura 41 – Manifestação patológica trilha de roda.	56
Figura 42 – Manifestação patológica trilha de roda.	56
Figura 43 – Região com excesso de largura das juntas.	57
Figura 44 – Manifestação patológica largura das juntas.	57
Figura 45 – Manifestação patológica excesso de largura das juntas.	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	PAVIMENTO	15
3.2	PAVIMENTO INTERTRAVADO	16
3.3	ESTRUTURA DO PAVIMENTO INTERTRAVADO.....	17
3.4	DESEMPENHO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO	19
3.5	DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO	20
3.5.1	Equivalência de Cargas	20
3.5.2	Espessura de Sub-base	21
3.5.3	Espessura de Base de Concreto Rolado ou Solo cimento	22
3.5.4	Contagem Volumétrica	23
3.5.5	Contagem Manual	24
3.6	ARRANJO DE ASSENTAMENTO.....	25
3.7	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	27
4	METODOLOGIA	32
5	RESULTADOS E ANÁLISES	42
5.1	LOCAL DE ESTUDO	34
5.1.1	Obra do Estado.....	35
5.1.2	Obra do Município	38
5.2	PADRÃO DE ASSENTAMENTO DOS BLOCOS	42
5.3	CONTAGEM MANUAL.....	45
5.3.1	Contagem para a Obra do Estado.....	47

5.3.2 Contagem para a Obra do Município	50
5.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	53
5.4.1 Manifestações patológicas na Obra do Estado.....	53
5.4.2 Manifestações patológicas na Obra do Município	54
6 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Durante a Segunda Revolução Industrial, a sociedade presenciou o surgimento da indústria automotiva como um catalisador emblemático de progresso e modernidade. Nesse cenário de avanços tecnológicos, o automóvel emergiu como um símbolo icônico, desencadeando não apenas uma revolução na mobilidade, mas também impulsionando a necessidade de reavaliação crítica dos problemas da infraestrutura viária.

No que tange a realidade brasileira, torna-se evidente, para os usuários das rodovias, a presença de diversos defeitos, muitos deles associados a má execução e a falta de manutenção no pavimento.

Conforme definido por Bernucci *et al.* (2008), o pavimento rodoviário se configura como essencialmente uma estrutura de multicamadas de espessura finita, construído sobre a superfície final da terraplenagem e é projetado para suportar as tensões e estresses contínuos resultantes do tráfego de veículos e das variadas condições climáticas. O objetivo do pavimento é aprimorar a experiência de direção, proporcionando aos usuários estradas mais suaves, confortáveis, seguras e econômicas.

Diante dessa conjuntura, a adoção do pavimento intertravado destaca-se como uma alternativa eficiente para a infraestrutura viária. O pavimento intertravado, segundo as diretrizes da Norma Brasileira (NBR) 15953 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011), configura-se como um sistema flexível composto por uma camada base (ou base e sub-base) e uma camada superficial de peças de concreto interligadas. O preenchimento das juntas com material de rejuntamento promove a coesão e estabilidade do sistema. Sua aplicação em vias públicas, calçadas e praças tem ganhado destaque em diversas cidades do Brasil.

O intertravamento, em essência, refere-se à capacidade dos blocos de pavimentação de suportar deslocamentos em várias direções, incluindo movimentos verticais, horizontais e rotacionais em relação aos blocos adjacentes. Essa interação entre os blocos é imprescindível para garantir a eficácia global e longevidade do pavimento (Silva, 2022).

Globalmente, a utilização de blocos pré-moldados de concreto em pavimentos intertravados está experimentando um crescimento notável, e o Brasil acompanha essa tendência. O surgimento de materiais alternativos que consideram fatores ambientais, tecnológicos e econômicos contribui para o avanço desse sistema.

Ao implementar estruturas de sub-base bem projetadas, utilizar blocos de alta qualidade e garantir uma instalação meticulosa, é possível alcançar uma vida útil de até 25 anos para esse

tipo de pavimento (Fioriti, 2007).

Godinho (2009) afirma que o motivo de êxito global da pavimentação de concreto pré-moldado pode ser atribuído à sua excepcional capacidade de fundir harmoniosamente três aspectos essenciais da pavimentação: apelo estético, resistência estrutural e integração ambiental. As peças pré-moldadas de concreto, também conhecidos como PPC, possuem a durabilidade e a rigidez do concreto, ao mesmo tempo que oferecem a flexibilidade comumente associada aos pavimentos asfálticos.

Diante dos argumentos supracitados, evidencia-se a importância de investigar a temática do pavimento intertravado e explorar suas aplicações potenciais em contextos mais exigentes, especialmente no que concerne a cargas e frequências associadas ao tráfego de veículos, não se limitando o seu emprego em praças, calçadas e estacionamentos.

Dessa forma, esse trabalho busca, por meio de um estudo de caso, apresentar a possibilidade de uso e avaliar a viabilidade técnica do pavimento intertravado, através da análise de obras localizadas no Município de Lavras da Mangabeira-CE.

2 OBJETIVOS

Neste capítulo, apresenta-se o objetivo geral, que representa a essência do trabalho, e os objetivos específicos, os quais delineiam os procedimentos indispensáveis para sua concretização.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as obras de pavimentação executadas com blocos intertravados em Lavras da Mangabeira-CE, sob responsabilidade do Município e do Estado do Ceará.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para atingir o objetivo geral, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- analisar o padrão do assentamento das peças de pavimento intertravado;
- analisar e classificar o tráfego, a partir do tipo de veículos que circula no local;
- realizar a contagem volumétrica tipificada, a partir do método de contagem manual;
- observar e classificar possíveis defeitos no pavimento intertravado.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresenta-se os fundamentos teóricos que sustentam este trabalho, com base nos principais estudos relacionados à pavimentação. Foram utilizados arquivos e referências relevantes, ainda que muitos deles sejam de publicações antigas, devido à relevância e aplicabilidade desses conteúdos no contexto atual da pesquisa.

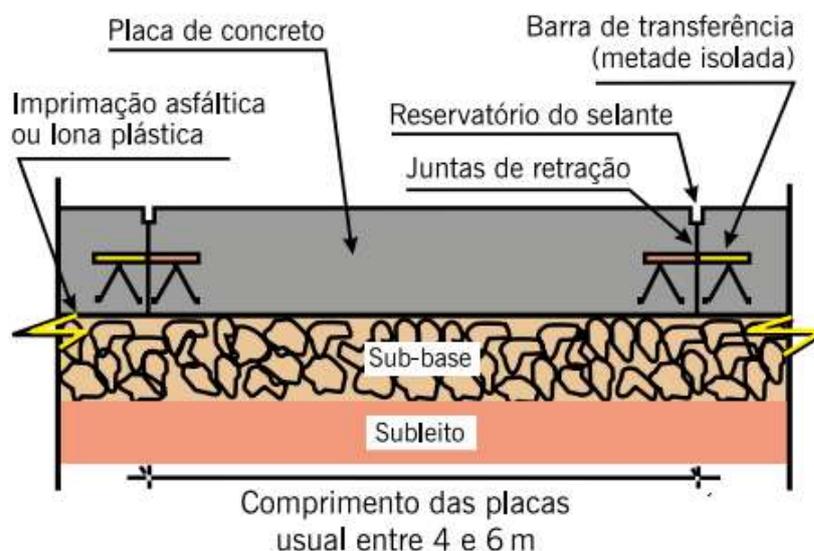
3.1 PAVIMENTO

Conforme Santos (2022), a pavimentação pode ser definida como a construção de uma estrutura composta por camadas finitas de diferentes materiais, assentada sobre um solo de fundação. Essa estrutura deve ser capaz de resistir às cargas aplicadas, atendendo aos critérios de viabilidade técnica, econômica e durabilidade.

Normalmente, há dois tipos principais de superfície: pavimento asfáltico, e pavimento de concreto. Sendo esses classificados respectivamente como pavimento flexível e rígido.

De acordo com Bernucci *et al.* (2008), os pavimentos rígidos consistem em superfícies superiores feitas de lajes de concreto de cimento Portland, conforme ilustrado na Figura 1. A espessura dessas lajes de concreto é determinada pela resistência à flexão do material e pelas propriedades de resistência das camadas abaixo. Tais placas podem conter barras de aço como reforço, e a camada imediatamente inferior é geralmente denominada sub-base, já que sua qualidade é equivalente à sub-base encontrada nos pavimentos asfálticos.

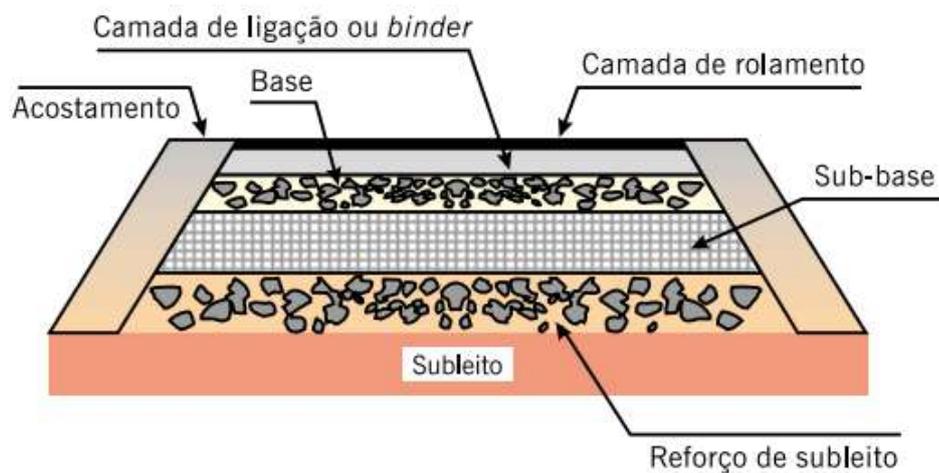
Figura 1– Estrutura do pavimento rígido.



Fonte: Bernucci *et al.* (2008).

Por outro lado, o pavimento flexível é uma estrutura composta por múltiplas camadas, sendo a camada superior constituída por revestimento asfáltico, apoiado sobre uma base granular ou solo estabilizado granulometricamente. Nesse tipo de pavimento, as cargas oriundas do tráfego são gradualmente absorvidas ao longo das camadas, que trabalham em conjunto para dissipar os esforços. A distribuição das tensões tende a ocorrer de maneira equilibrada entre as camadas, permitindo que o pavimento suporte deformações sem comprometer sua integridade estrutural (Júnior e Magalhães, 2014). A Figura 2 exemplifica a estrutura do pavimento flexível.

Figura 2 – Estrutura do pavimento flexível.



Fonte: Bernucci *et al.* (2008).

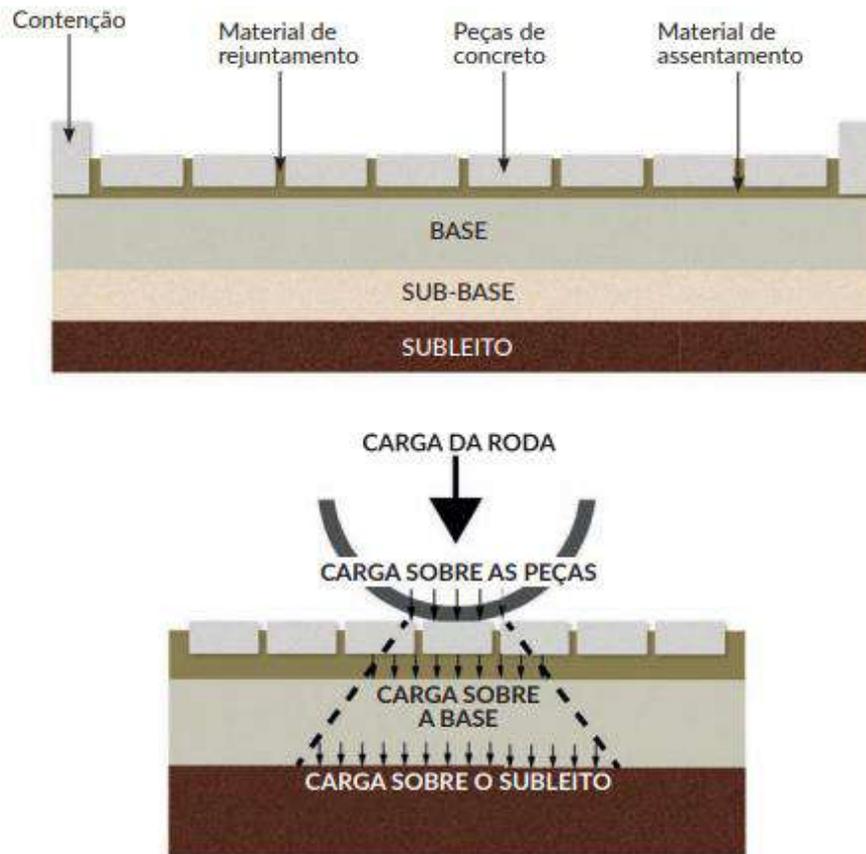
A camada superior do revestimento asfáltico tem a função de suportar diretamente a carga do tráfego e transmiti-la à camada inferior de forma reduzida. Além disso, também tem a função de impermeabilizar o pavimento e melhorar as condições de condução, proporcionando conforto e segurança. Porém, tensões e deformações geradas pelo carregamento podem levar a trincas por fadiga nesta camada (Bernucci *et al.*, 2008).

3.2 PAVIMENTO INTERTRAVADO

De acordo com a NBR 15953 (ABNT, 2011), o pavimento intertravado é um tipo de pavimento flexível que distribui forças entre suas várias camadas, resultando em maior concentração de tensões verticais nas camadas inferiores próximas à área de aplicação da carga, conforme mostrado na Figura 3.

A estrutura inclui uma camada de base (ou uma combinação de base e sub-base), coberta com uma camada de revestimento composta por peças de concreto colocadas sobre uma camada de assentamento. As juntas entre essas peças são preenchidas com material de rejuntamento, e o intertravamento do sistema é obtido por meio de contenção.

Figura 3 – Estrutura básica do Pavimento intertravado e diagrama de distribuição de cargas.



Fonte: Silva (2022).

O pavimento intertravado consiste em blocos de concreto colocados sobre uma base de areia e fixados no lugar por meio de contenção lateral, conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2010).

A capacidade dos blocos de suportar movimentos individuais – sejam eles verticais, horizontais ou rotacionais – em relação aos blocos vizinhos é conhecida como intertravamento. Essa característica é importante tanto para o desempenho quanto para a longevidade do pavimento. Para atingir o intertravamento, duas condições essenciais devem ser atendidas: contenção lateral e juntas preenchidas com areia.

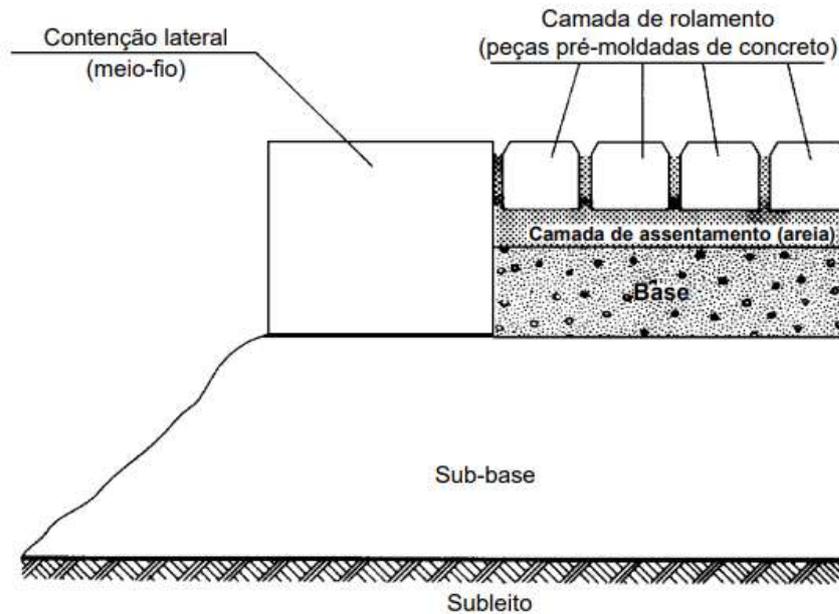
A contenção lateral ajuda a evitar o movimento lateral dos blocos dentro da camada de suporte, aumentando assim o intertravamento. Enquanto isso, a areia de vedação facilita a transferência de forças entre os blocos de concreto, permitindo que eles funcionem coletivamente e suportem as cargas necessárias (ABCP, 2010).

3.3 ESTRUTURA DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

De acordo com Hallack (1998 *apud* Pereira; Simão; Faria, 2020), o pavimento

intertravado é formado por várias camadas, cada uma com uma função específica para garantir sua estabilidade e desempenho. Essas camadas incluem: subleito, sub-base, base, contenção lateral, areia de assentamento, peças pré-moldadas de concreto e areia de rejuntamento, a Figura 4 ilustra essa organização.

Figura 4 – Seção típica do pavimento intertravado.



Fonte: Carvalho (1998).

A seguir, detalha-se a função de cada uma:

- a) **Subleito:** trata-se da camada mais profunda, que serve de suporte para as cargas advindas do tráfego. É fundamental proteger o subleito contra sobrecargas, dimensionando adequadamente as camadas superiores.
- b) **Base e Sub-base:** localizam-se entre o subleito e a camada de rolamento, contribuindo significativamente para a resistência estrutural do pavimento. Podem ser compostas por materiais granulares, misturas estabilizadas com cimento ou concreto compactado.
- c) **Areia de assentamento:** proporciona uma superfície uniforme para o assentamento das peças de concreto, ajustando as diferenças dimensionais e nivelando a superfície de rolamento. Essa camada também funciona como uma barreira contra fissuras e como fonte de areia para preencher irregularidades. A espessura ideal após compactação varia de 3 cm a 4 cm, pois espessuras excessivas podem comprometer a estabilidade.
- d) **Camada de rolamento:** composta pelas peças pré-moldadas, é responsável por suportar o desgaste causado pelo tráfego e pelas condições climáticas. Para um desempenho ideal, as peças devem ter dimensões precisas, ser compactadas corretamente e ter suas juntas

seladas com areia.

- e) **Areia de rejuntamento:** utilizada para selar as juntas entre as peças, essa areia de granulometria média ajuda a reduzir deflexões e aumentar a capacidade de suporte do pavimento. A espessura das juntas varia entre 3 mm e 10 mm, conforme o projeto.
- f) **Contenção lateral:** garante a estabilidade do conjunto, impedindo o deslocamento lateral das peças. Essa contenção deve ser rígida e firmemente apoiada na base. Em locais específicos, como em torno de postes ou caixas de inspeção, é necessário reforçar a contenção para assegurar a integridade do pavimento.

Esses elementos, quando combinados corretamente, formam um sistema eficiente e durável, capaz de suportar as demandas do tráfego e das condições ambientais.

3.4 DESEMPENHO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

O desempenho eficaz de um pavimento intertravado é condicionado por dois fatores fundamentais: a qualidade dos blocos que o compõem e a integridade das camadas que antecedem o revestimento, incluindo base, sub-base e subleito, compreender esses dois aspectos são indispensáveis para avaliar o sucesso do pavimento.

O pavimento intertravado, por ser composto de peças de concreto, deve estar em conformidade com a NBR 9781 (ABNT, 2013a), que estabelece as especificações e métodos de ensaio para peças de concreto utilizadas na pavimentação.

Dentre as características exigidas pela norma NBR 9781 (ABNT, 2013a), a resistência característica à compressão (f_{pk}) é de grande importância, pois, a partir do estudo de tráfego, é possível determinar o valor exigido para os blocos. A resistência deve seguir as especificações definidas no Tabela 1.

Tabela 1 – Resistência característica à compressão.

Solicitação	Resistência característica à compressão (f_{pk}) aos 28 dias (MPa)
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	≥ 35
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≥ 50

Fonte: ABNT (2013a).

No que se refere à qualidade das camadas que antecedem o revestimento. Para o subleito, é preciso atender às recomendações da NBR 15953 (ABNT, 2011):

- pode ser utilizado o solo natural ou de empréstimo, desde que cumpra as especificações da NBR 12307 (ABNT, 2015a);

- CBR (*California Bearing Ratio*) $\geq 2\%$;
- expansão volumétrica $\leq 2\%$;
- livre de plantas e raízes;
- lençol freático abaixo de 1,5 m;
- caimento mínimo de 2%;
- reforço, caso necessário, executado conforme a NBR 12752 (ABNT, 1992).

No que se refere à sub-base e à base, de acordo com a NBR 15953 (ABNT, 2011), há diferentes opções de materiais que podem ser utilizados, sendo necessário observar a norma específica para cada tipo:

- brita graduada tratada com cimento – NBR 11803 (ABNT, 2013b);
- estabilizado granulometricamente – NBR 11804 (ABNT, 2015b);
- brita graduada – NBR 11806 (ABNT, 2015c);
- solo-cimento – NBR 11798 (ABNT, 2012);
- agregado reciclado – NBR 15115 (ABNT, 2004).

3.5 DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO

Um aspecto essencial para entender o processo de dimensionamento, é determinar o volume de tráfego que o pavimento deverá suportar. Essa determinação pode ser feita por meio de uma contagem tipificada de veículos.

Para realizar o dimensionamento preciso das camadas do pavimento, pode-se utilizar a metodologia abordada na obra “Estudo técnico pavimentação com peças pré-moldadas de concreto”, publicada pela ABCP (Carvalho, 1998). É importante ter ciência que é preciso também atender aos requisitos mínimos estabelecidos na NBR 15953 (ABNT, 2011).

O método de dimensionamento presente na obra publicada de Carvalho (1998), é feito com o auxílio de 3 gráficos e utilizando o número de solicitação por eixos (N).

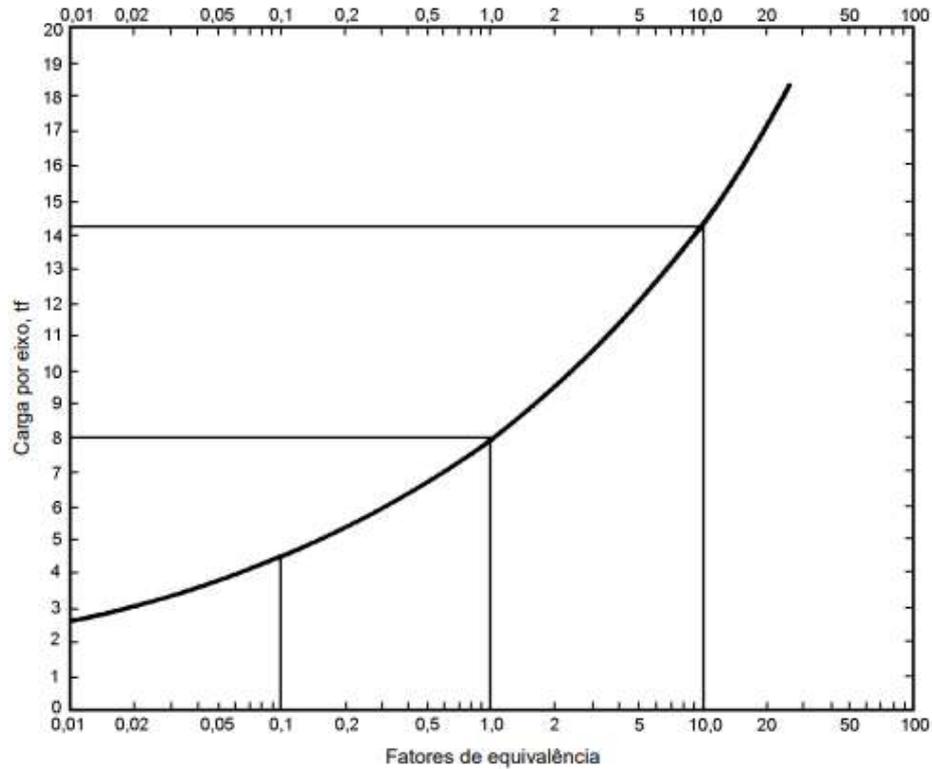
3.5.1 Equivalência de Cargas

O Gráfico 1 permite converter o número previsto de solicitações equivalentes de uma carga qualquer por eixo no número de solicitações de carga padrão de 8,2 tf por eixo simples. Ele fornece o valor de equivalência que multiplicando pelo número de solicitações diárias previstas para uma carga, acaba resultando no número equivalente de solicitações diárias de

carga padrão. Em suma, o gráfico fornece o fator de conversão para chegar ao N .

Para veículos com eixos tandem duplos ou triplos, considera-se a carga total dividida por dois ou três eixos simples, respectivamente (Carvalho, 1998).

Gráfico 1 – Efeito relativo de diversas cargas por eixo simples.

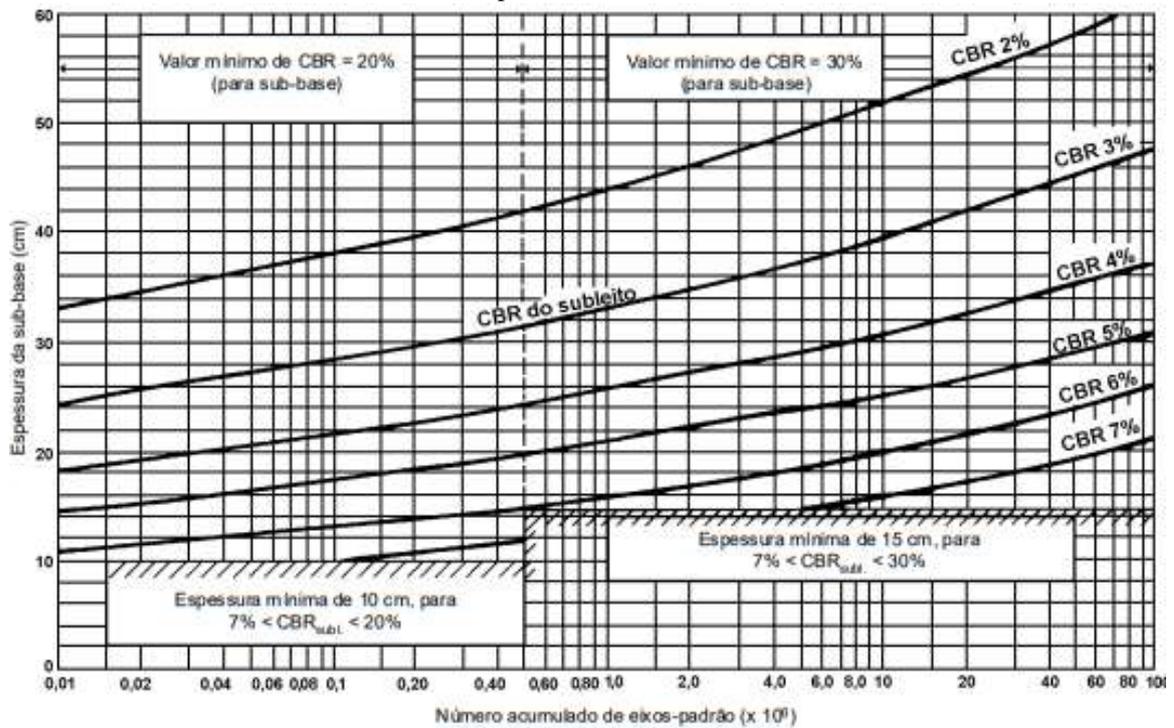


Fonte: Carvalho (1998).

3.5.2 Espessura de Sub-base

O Gráfico 2 fornece as espessuras necessárias de sub-base em função do valor de CBR (*California Bearing Ratio*) do subleito e do número de solicitações do eixo padrão (N). Esse gráfico é fundamental para determinar a espessura adequada da sub-base (Carvalho, 1998).

Gráfico 2 – Espessura necessária de sub-base.



Fonte: Carvalho (1998).

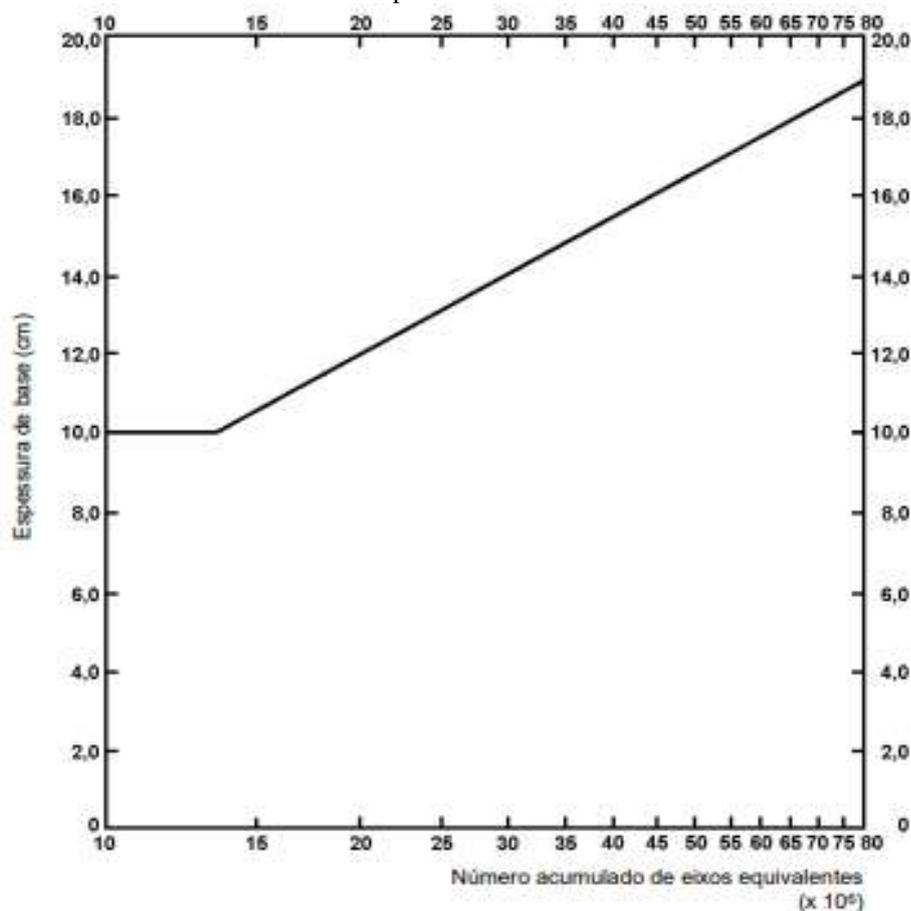
- Quando $N \geq 0,5 \times 10^6$, o material de sub-base deve apresentar um CBR mínimo de 30%;
- quando $N < 0,5 \times 10^6$, o material de sub-base deve apresentar um CBR mínimo de 20%;
- quando $N < 0,5 \times 10^6$ e o subleito apresentar um CBR igual ou superior a 20%, não é necessária a camada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

3.5.3 Espessura de Base de Concreto Rolado ou Solo cimento

O Gráfico 3 mostra a espessura necessária de base de concreto rolado ou solo cimento em função do número de solicitações do eixo padrão. Observa-se que:

- quando $N < 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária;
- quando $1,5 \times 10^6 \leq N \leq 10^7$, recomenda-se empregar essa camada com espessura mínima de 10 cm.

Gráfico 3 – Espessura necessária de base.



Fonte: Carvalho (1998).

Esses três gráficos são fundamentais para realizar o dimensionamento das camadas do pavimento com peças pré-moldadas de concreto.

3.5.4 Contagem Volumétrica

De acordo com o Manual do DNIT (2006), as contagens volumétricas são fundamentais para entender o comportamento do tráfego em um sistema viário. Elas fornecem dados precisos sobre a quantidade, sentido e composição do fluxo de veículos em pontos específicos, em um determinado intervalo de tempo.

Essas informações são importantes para:

- análise de capacidade;
- identificação de causas de congestionamento;
- avaliação de índices de acidentes;
- dimensionamento do pavimento;
- projetos de canalização do tráfego.

Seguindo as diretrizes do Manual do DNIT (2006), existem dois locais principais para realizar contagens: trechos entre interseções e em interseções. As contagens entre interseções ajudam a entender os fluxos de uma via específica, enquanto as contagens em interseções identificam os fluxos das vias que se cruzam. Para o trabalho em questão foi realizada a contagem entre interseções.

O Manual do DNIT (2006) também estabelece três tipos de contagens volumétricas, sendo a classificatória a adotada no presente trabalho.

- a) **Contagens Globais:** registram o número de veículos em um trecho, independentemente do sentido.
- b) **Contagens Direcionais:** registram o número de veículos por sentido, para cálculos de capacidade e controle de trânsito.
- c) **Contagens Classificatórias:** registram volumes para diferentes tipos de veículos, para dimensionamento estrutural e projeto geométrico.

3.5.5 *Contagem Manual*

As contagens realizadas por pesquisadores, com o uso de fichas e contadores manuais, são amplamente utilizadas para a classificação de veículos, análise de movimentos em interseções e contagens em rodovias com múltiplas faixas.

No contexto de vias urbanas, é comum agrupar os veículos com base em características operacionais semelhantes, como automóveis, ônibus e caminhões. O procedimento usual envolve o uso de contadores manuais mecânicos, fixados em uma prancheta onde também está a ficha para o registro dos dados (DNIT, 2006).

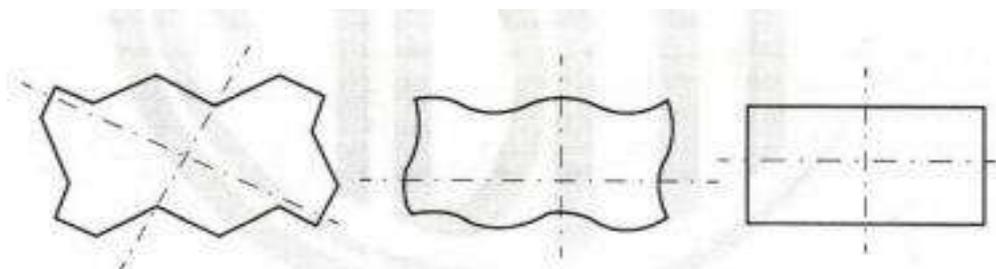
Este método destaca-se por sua simplicidade de operação, baixo custo e alta flexibilidade, permitindo a rápida adaptação e mudança de local para cobrir diferentes áreas em um curto período de tempo. No entanto, sua principal limitação ocorre quando o volume de tráfego é muito alto. Um pesquisador experiente consegue contar e classificar os veículos, por tipo e sentido de tráfego, até aproximadamente 350 veículos por hora. Quando esse limite é superado, torna-se necessária a alocação de mais pesquisadores para garantir a precisão da contagem (DNIT, 2006).

3.6 ARRANJO DE ASSENTAMENTO

Para que se possa observar o padrão de assentamento, é necessário ter conhecimento dos diferentes tipos de peças que podem ser encontradas. Segundo a NBR 9781 (ABNT, 2013a), em relação ao formato, os blocos podem apresentar 4 tipos:

- a) **Tipo I:** peças de concreto com formato próximo ao retangular, com relação comprimento/largura igual a dois, que se arranjam entre si nos quatro lados e podem ser assentadas em fileiras ou em espinha de peixe, conforme ilustrado na Figura 5.

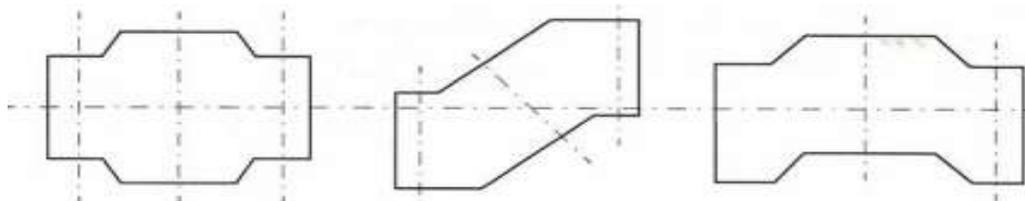
Figura 5 – Exemplos de peças de concreto do tipo I.



Fonte: ABNT (2013a).

- b) **Tipo II:** peças de concreto com formato único, diferente do retangular e que só podem ser assentadas em fileiras, sendo representada pela Figura 6.

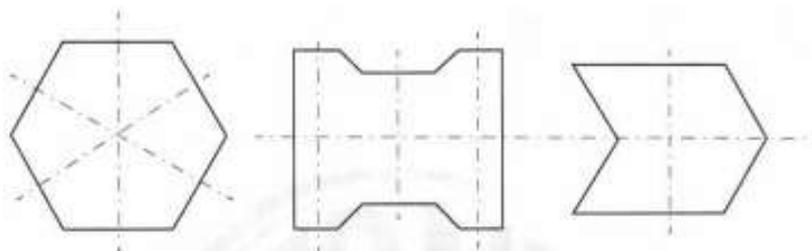
Figura 6 – Exemplos de peças de concreto do tipo II.



Fonte: ABNT (2013a).

- c) **Tipo III:** peças de concreto com formatos geométricos característicos, como trapézios, hexágonos, triedros etc., com pesos superiores a 4 kg, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Exemplos de peças de concreto do tipo III.

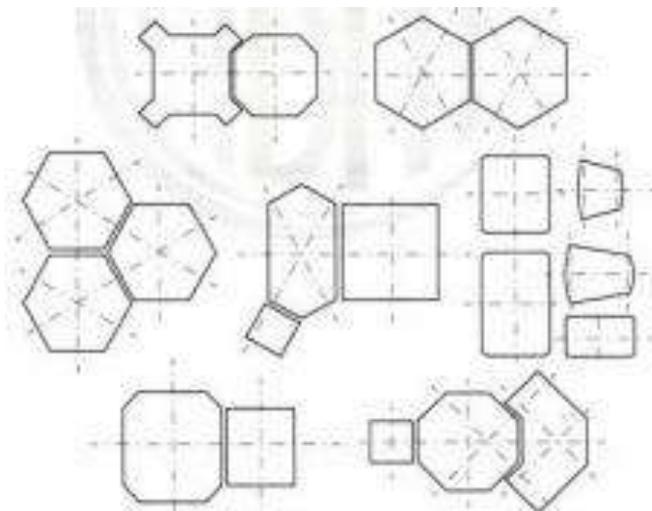


Fonte: ABNT (2013a).

- d) **Tipo IV:** conjunto de peças de concreto de diferentes tamanhos, ou uma única peça com juntas falsas, que podem ser utilizadas com um ou mais padrões de assentamento, sendo

representada pela Figura 8.

Figura 8 - Exemplos de peças de concreto do tipo IV.

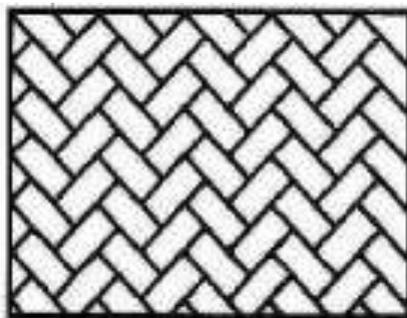


Fonte: ABNT (2013a).

O tipo de configuração para a colocação determinará o design estético do pavimento intertravado e sua longevidade (ABCP, 2011).

Godinho (2009) afirma que a configuração ou instalação do PPC tem um impacto significativo no design estético e no desempenho de pavimentos de concreto pré-moldados. As Figuras 9, 10, 11 e 12 apresentam alguns tipos de assentamento de blocos intertravados.

Figura 9 – Assentamento das peças de concreto tipo espinha de peixe a 45°.



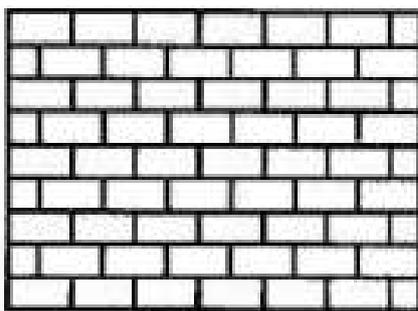
Fonte: ABCP (2011).

Figura 10 – Assentamento das peças de concreto tipo espinha de peixe.



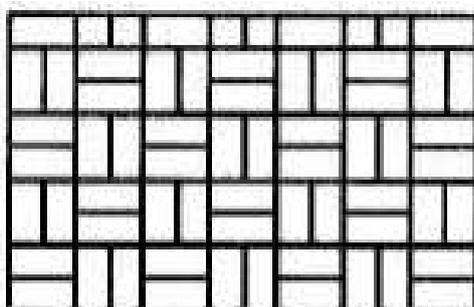
Fonte: ABCP (2011).

Figura 11 – Assentamento das peças de concreto tipo fileira.



Fonte: ABCP (2011).

Figura 12 – Assentamento das peças de concreto tipo trama.



Fonte: ABCP (2011).

De acordo com o boletim da *Interlocking Concrete Pavement Institute* (ICPI, 2003 *apud* ABCP, 2011) em áreas de tráfego veicular, recomenda-se a utilização do arranjo espinha-de-peixe para o pavimento intertravado, pois essa configuração proporciona um maior nível de intertravamento entre os blocos, resultando em um desempenho estrutural superior e maior durabilidade. Essa escolha visa garantir que o pavimento tenha maior resistência ao movimento constante dos veículos, assegurando segurança e qualidade às vias.

3.7 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Embora o pavimento intertravado seja classificado como flexível, de acordo com a NBR 15953 (ABNT, 2011), suas características únicas exigem uma abordagem distinta na avaliação de suas manifestações patológicas.

Nesse contexto, a norma DNIT 005/2003, a qual é amplamente reconhecida e consolidada como referência padrão para a análise de manifestações patológicas em pavimentos flexíveis, não se mostra a opção mais adequada para o pavimento intertravado (DNIT, 2003).

Isso ocorre porque as manifestações patológicas presentes neste tipo de pavimento apresentam diferenças significativas em relação às observadas em pavimentos asfálticos, apesar

de ambos serem classificados como flexíveis. Portanto, é necessário considerar uma metodologia específica para avaliar as manifestações patológicas do pavimento intertravado.

Assim, será necessário considerar os Requisitos Gerais para o bom desempenho de pavimentos pré-moldados, conforme estabelecido por Silva (2022). De acordo com Silva (2022), o pavimento deve manter sua estabilidade e integridade, livre de deterioração ou defeitos que coloquem em risco a segurança dos usuários.

A partir dessa definição, é possível identificar quais são os defeitos que podem ser observados, conforme Silva (2022). Sendo eles:

- a) **Peças de concreto danificadas:** são áreas do pavimento que apresentam deterioração ou danos nas peças de concreto;
- b) **Depressões:** áreas da superfície do pavimento que estão posicionadas mais baixas do que as áreas circundantes, geralmente causadas pelo recalque do subleito ou da base granular subjacente. O limite de profundidade é de 13 mm, a figura 13 representa essa manifestação;

Figura 13 – Manifestação patológica depressões.



Fonte: Daniel *et al.* (2024).

- c) **Contenções laterais danificadas:** são dispositivos de contenção, como guias ou meio-fio, que estão danificados ou não fornecem apoio adequado às peças de concreto. O limite de abertura entre juntas é de 6-13 mm. Na Figura 14, temos a representação da ausência de contenção lateral, e não das contenções laterais danificadas. No entanto, de forma semelhante, o intertravamento dos blocos não ocorre;

Figura 14 – Manifestação patológica ausência de contenção lateral.



Fonte: Daniel *et al.* (2024).

- d) **Excesso de largura da junta:** o excesso de largura da junta ocorre quando a largura das juntas entre as peças de concreto é maior do que o permitido, geralmente devido à má execução ou falta de material de rejuntamento. A largura excessiva não deve ultrapassar 10 mm, a Figura 15 representa essa manifestação;

Figura 15 – Manifestação patológica excesso de largura das juntas.



Fonte: Autoria própria (2024).

- e) **Escalonamento:** é a elevação ou rotação diferencial de peças de concreto em relação às peças adjacentes, formando degraus. Pode ser causado pelo recalque da camada de assentamento ou falhas de execução. A diferença de elevação não deve ser superior a 6mm;
- f) **Elevações:** são áreas da superfície do pavimento que possuem elevações mais altas do que as áreas circundantes, geralmente causadas pela elevação diferencial dos solos subjacentes. A altura não deve ser superior a 13 mm;
- g) **Fluência horizontal:** é o deslocamento longitudinal do pavimento causado pela carga de tráfego. O deslocamento não deve ser superior a 13 mm;
- h) **Perda do material de rejuntamento:** ocorre quando o material de rejuntamento é

removido ou danificado, comprometendo a estabilidade do pavimento. A perda não deve ultrapassar 13 mm;

- i) **Falta de peças de concreto:** ocorre quando há ausência de peças de concreto em áreas do pavimento, a figura 16 representa essa manifestação;

Figura 16 – Manifestação patológica ausência de peças de concretos.



Fonte: Daniel *et al.* (2024).

- j) **Remendo:** é um reparo executado no pavimento intertravado com material diferente, como asfalto ou concreto, que pode comprometer a integridade da estrutura do pavimento, a figura 17 representa essa manifestação;

Figura 17 – Manifestação patológica remendo.



Fonte: Daniel *et al.* (2024).

- k) **Trilha de roda:** é uma depressão na superfície do pavimento no eixo longitudinal do tráfego, geralmente causada pelo recalque do subleito subjacente. A profundidade não deve ser superior a 13 mm, a figura 18 representa essa manifestação.

Figura 18 – Manifestação patológica trilha de roda.



Fonte: Autoria própria (2024).

4 METODOLOGIA

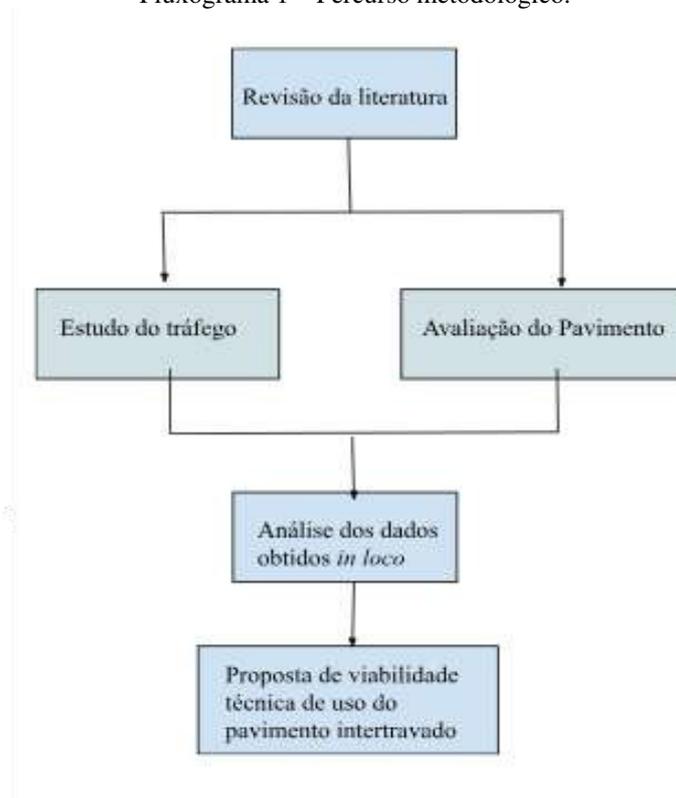
Este trabalho consiste em um estudo de caso e a pesquisa adotou uma abordagem mista, integrando métodos qualitativos e quantitativos, com ênfase no caráter exploratório e descritivo.

O principal objetivo da pesquisa exploratória é obter uma compreensão mais profunda e um exame mais detalhado do problema que está sendo analisado. Isto implica a realização de revisões de literatura, entrevistas e análise de exemplos pertinentes, a fim de reunir informações que permitirão a formulação de hipóteses bem fundamentadas (Gil, 2002).

A pesquisa descritiva, ao contrário, busca realizar uma descrição detalhada das características de uma determinada população ou fenômeno, bem como estabelecer conexões entre variáveis. Esta categoria engloba uma grande variedade de estudos, que se caracterizam pela implementação de métodos padronizados para coleta de dados, incluindo o uso de questionários e observação sistemática (Gil, 2002).

A execução da pesquisa seguiu o delineamento proposto no Fluxograma 1, visando proporcionar uma compreensão aprofundada do problema em questão por meio de uma revisão bibliográfica, seguida pela análise das características associadas ao tráfego da via e ao uso do pavimento intertravado no Município de Lavras da Mangabeira-CE.

Fluxograma 1 – Percurso metodológico.



Fonte: Autoria Própria (2024).

A etapa de revisão da literatura incluiu uma avaliação concisa sobre o uso do pavimento intertravado, bem como um levantamento de métodos para o estudo do tráfego, classificações de estradas e níveis de serviço.

A próxima etapa foi a coleta de dados, realizada em duas fases:

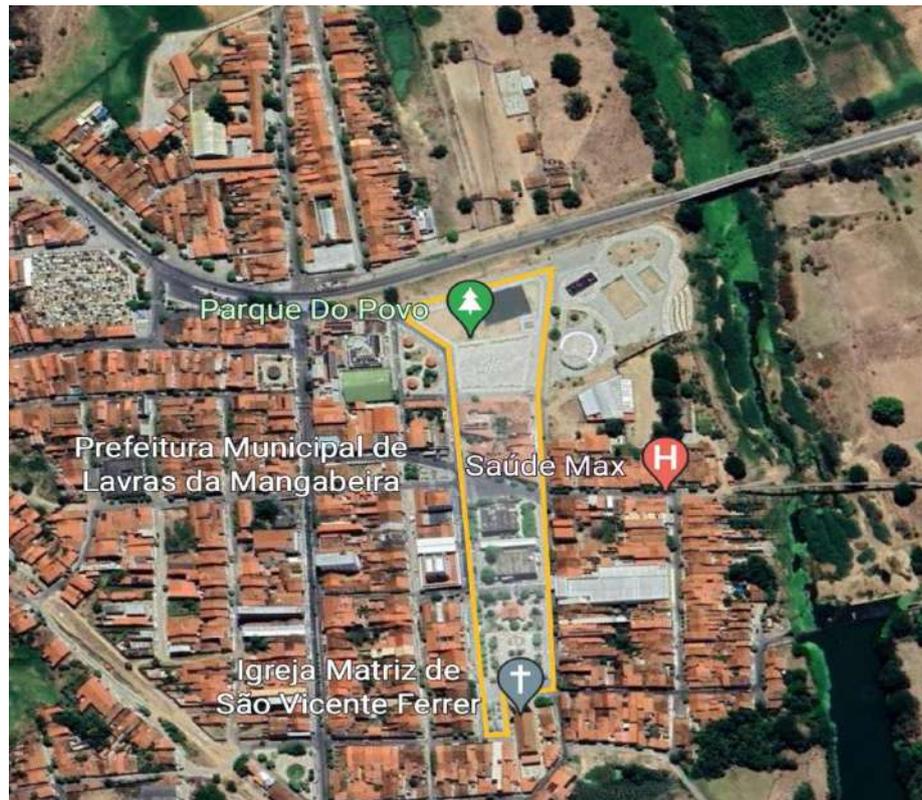
- a) **Análise do Tráfego:** utilizando o método de contagem manual, conforme descrito no Manual de Estudo de Tráfego (DNIT, 2006). A quantificação e tipificação dos veículos foram registradas em uma planilha, permitindo a análise do impacto do tráfego no estudo do pavimento intertravado;
- b) **Avaliação do Pavimento:** esta fase envolveu a inspeção física do pavimento intertravado no Município de Lavras da Mangabeira, sendo avaliado a presença de manifestações patológicas e defeitos que possam afetar a funcionalidade do pavimento, conforme os Requisitos Gerais para o bom desempenho de pavimentos pré-moldados, conforme estabelecido por Silva (2022).

Os dados coletados foram então analisados e interpretados à luz da literatura revisada para tirar conclusões sobre a eficácia, viabilidade técnica e da utilização do pavimento intertravado.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As obras em análise estão situadas na cidade de Lavras da Mangabeira, no Estado do Ceará. Uma delas está localizada na sede do município inaugurada em 2022, conforme representado na Figura 19, enquanto a outra encontra-se no Distrito de Iborepi inaugurada em 2023, ilustrado na Figura 20. A responsabilidade pelas obras é atribuída, respectivamente, ao Estado e ao município.

Figura 19 – Pavimento intertravado de responsabilidade do Estado.



Fonte: Google Earth (2024).

Figura 20 – Pavimento intertravado de responsabilidade do Município.



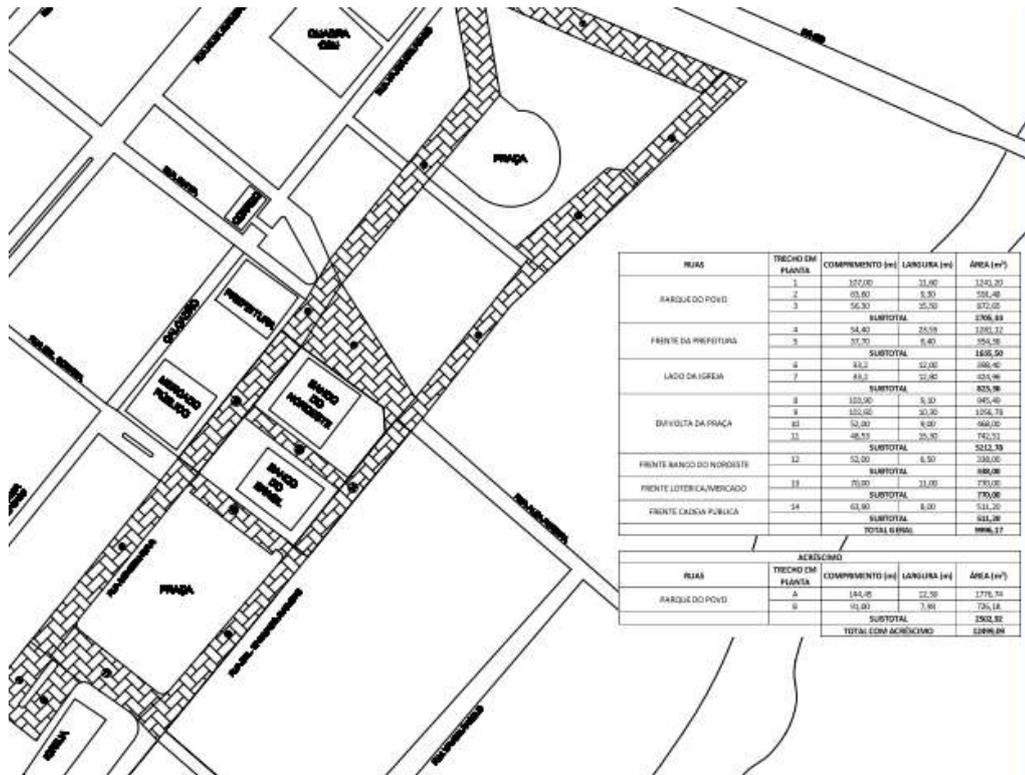
Fonte: Google Earth (2024).

4.1.1 Obra do Estado

Para a obra representada na Figura 19, executada com recursos estaduais, as tentativas de contactar o Engenheiro responsável pela obra foram falhas e não foi possível localizar o projeto correspondente.

No entanto, a prefeitura disponibilizou o levantamento das ruas que seriam contempladas com o pavimento intertravado, conforme ilustrado na Figura 21, e informou que a elaboração do projeto de pavimentação não estava sob sua responsabilidade. A sequência de Figuras de 22 a 26 mostram fotografias da obra.

Figura 21 – Levantamento das ruas do Município.



Fonte: Prefeitura de Lavras da Mangabeira (2024).

Figura 22 – Execução da camada de assentamento - obra do Estado.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 23 – Execução da terraplanagem - obra do Estado.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 24 - Execução da terraplanagem - obra do Estado.



Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 25 – Execução da sub-base - obra do Estado.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 26 – Execução da terraplanagem - obra do Estado.



Fonte: Autoria Própria (2024).

4.1.2 *Obra do Município*

Para a obra de responsabilidade do Município, representada na Figura 20, a prefeitura forneceu o levantamento planialtimétrico e o orçamento da obra. Contudo, nenhum dos

documentos específica a espessura e o CBR das camadas de base e sub-base, conforme observado na Tabela 2 e Figura 27.

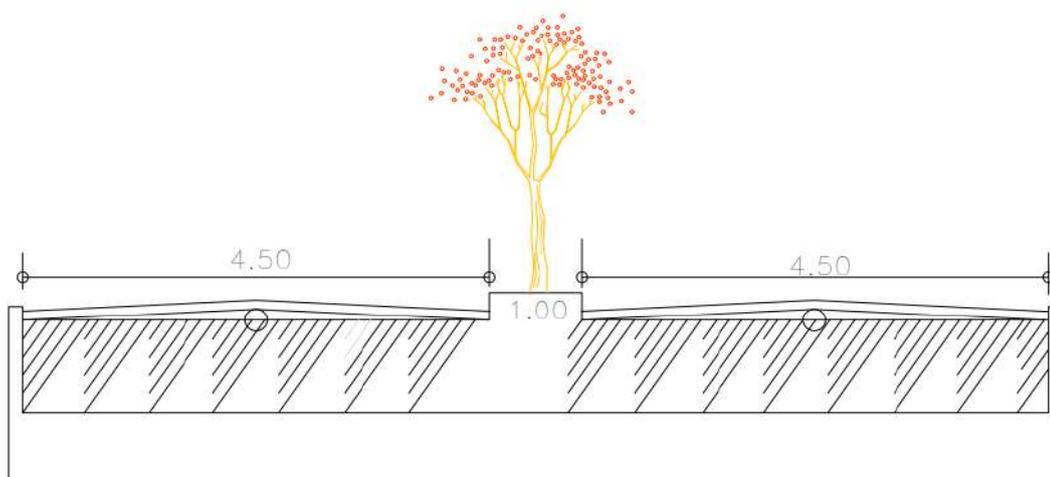
Além disso, não há informações sobre o índice mínimo do CBR para o subleito. Essa ausência de dados técnicos limita a análise completa das condições de suporte e da estrutura projetada para o pavimento.

Tabela 2 – Recorte do orçamento da obra.

RUA JOSE ALEIXO DE AQUINO - IBOREPI
SERVIÇOS PRELIMINARES
Placas padrão de obra
Locação da obra com auxílio topográfico (área até 5000 m ²)
Regularização e compactação de subleito de solo predominantemente argiloso. AF_11/2019
PAVIMENTAÇÃO
Execução de via em piso intertravado, com bloco retangular cor natural de 20 x 10 cm, espessura 8 cm. AF_12/2015
COLCHÃO DE AREIA (COMPLEMENTAÇÃO)
Assentamento de guia (meio-fio) em trecho reto, confeccionada em concreto pré-fabricado, dimensões 100x15x30 cm (comprimento x base inferior x base superior x altura), para vias urbanas (uso viário). AF_06/2016
Concreto P/VIBR., FCK 20 MPa com agregado adquirido
Limpeza de piso em área urbanizada

Fonte: Prefeitura de Lavras da Mangabeira (2024).

Figura 27 – Seção transversal do pavimento especificada no levantamento planialtimétrico.



Fonte: Prefeitura de Lavras da Mangabeira (2024).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO TRÁFEGO

No presente estudo, optou-se pela contagem volumétrica, realizada de forma manual. A partir dessa contagem, é possível determinar o volume de veículos, expresso em unidades de carros de passeio por hora (UCP/h), para isso é necessário compatibilizar os dados de campo através do Quadro 1 presente no Manual do DNIT.

Quadro 1 - Fator de equivalência em carros de passeio.

Tipo de Veículo	VP	CO	SR/RE	M	B	SI
Fator de Equivalência	1	1,5	2	1	0,5	1,1

Fonte: DNIT (2006).

Onde:

VP – Veículos leve;

CO – Caminhões e ônibus convencionais;

SR/RE – Semirreboques e reboques;

M – Motocicletas, motonetas e bicicletas a motor;

B – Bicicletas;

SI – Veículo trator e semirreboque.

Importante ressaltar que as contagens volumétricas foram realizadas em dias distintos pelo autor. Cada intervalo foi delimitado de forma precisa, começando às 6h00min00s e terminando às 6h59min59s. Quando o relógio marcava 7h00min00s, iniciava-se o próximo intervalo, e esse padrão foi repetido sucessivamente até as 10h00min00s, tendo este último intervalo 1 segundo a mais. Essa organização pode ser visualizada na ficha de contagem volumétrica, que registra os horários observados durante o levantamento.

A classificação do tráfego, a partir do tipo de veículos que circula no local, será de acordo com o IP-02 – Classificação das vias (2004), da Prefeitura Municipal de São Paulo. Utilizando esse método será possível classificar o tráfego e realizar um dimensionamento provável para o pavimento das duas obras. O tráfego pode ser classificado de acordo com a Figura 28.

Figura 28 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

Função predominante	Tráfego previsto	Vida de projeto (anos)	Volume inicial faixa mais carregada		Equivalente Por veículo	N	N característico
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ A $1,40 \times 10^5$	10^5
Via coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ A $6,80 \times 10^5$	5×10^5
Via coletora principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	$1,4 \times 10^6$ a $3,1 \times 10^6$	2×10^6
Via arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	$1,0 \times 10^7$ a $3,3 \times 10^7$	2×10^7
Via arterial Principal/ expressa	MUITO PESADO	12	> 10000	1001 A 2000	5,90	$3,3 \times 10^7$ a $6,7 \times 10^7$	5×10^7
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		< 500		$3 \times 10^{6(1)}$	10^7
	VOLUME PESADO	12		> 500		5×10^7	5×10^7

Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo (2004).

No entanto, é preciso destacar que para realizar a classificação quanto ao tipo de tráfego e obter o N característico da via, é preciso determinar o volume médio diário (VMD), o procedimento para quantificar a provável quantidade de veículos por dia foi o seguinte: inicialmente será necessário computar o volume médio das quatro horas contabilizadas manualmente, ou seja, será necessário realizar a soma da quantidade de veículos e dividir por 4; para depois multiplicar por 24, a fim de obter o um volume diário aproximado.

Esse procedimento foi adotado com o intuito de realizar um possível dimensionamento, pois para obter o VMD exato seria indispensável realizar a contagem dos veículos durante 24h o que para ser feita de forma manual pesquisador e por um único seria inviável.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, apresenta-se os principais resultados obtidos durante a pesquisa, acompanhados de análises e interpretações que os conectam ao referencial teórico previamente discutido.

5.1 PADRÃO DE ASSENTAMENTO DOS BLOCOS

Para a obra realizada tanto na sede da Cidade de Lavras da Mangabeira quanto no Distrito de Iborepi, adotou-se o padrão de pavimentação em espinha de peixe. Este método é o mais recomendado para pavimentos sujeitos ao tráfego veicular, pois proporciona um maior intertravamento, conforme mencionado anteriormente. O tipo de bloco utilizado se encaixa no padrão tipo 1 conforme definido na NBR 9781 (ABNT, 2013a).

As Figuras 29, 30 e 31 mostram o pavimento concluído na sede do Município, enquanto as Figuras 32 e 33 mostram o pavimento localizado no Distrito de Iborepi.

Figura 29 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Estado).



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 30 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Estado).



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 31 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Estado).



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 32 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Município).



Figura 33 – Pavimento intertravado em Lavras da Mangabeira (obra do Município).



Fonte: Autoria própria (2024).

5.2 CONTAGEM MANUAL

O manual do DNIT (2006), apresenta uma ficha de contagem denominada TIPO I, a qual foi escolhida para o trabalho em questão, por ser mais adequada para trechos com baixo volume de tráfego, e incluir os tipos de veículos previstos no trecho, a figura 35 representa a referida ficha preenchida com os dados da obra do Estado. Dentre as possibilidades de realizar a contagem a forma escolhida foi o Método 2, conforme marcado na Figura 34.

Figura 34 – Métodos manuais de contagem de volume.

I – Usando Contadores Manuais			
Método	Nível de Precisão	Variações aceitáveis	Observações
(1) - Contagem durante 1 hora, em um dia de semana, entre 9 a.m. e 6 p.m.	D	A contagem pode ser estendida	
(2) - Contagem em um dia de semana, de 6 a.m. até 10 p.m.	C ou D		
(3) - Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. de 5ª Feira até Domingo	C	Pode ser estendida para dias incluindo 2ª Feira	Para a semana use 5 x 5ª + Sábado + Domingo
(4) - Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. em 7 dias consecutivos	C		
(5) - Métodos (1) a (4) em 4 vezes (6) - em intervalos de 3 meses (7) - (usando para (1) e (2) diferentes horas (8) - e dias)	C C B B	O número de vezes pode ser 2,3 ou 6 em vez de 4, alterando de forma semelhante o espaçamento	Calcule os totais de cada semana e então a média das 4 semanas
(9) - Contagem das 6 am às 10 pm de 52 em 52 dias durante 1 ano (7 contagens)	B		Estes métodos são de grande utilidade quando se tem que contar em vários pontos de uma mesma área. Podem ser feitas variações para atender a condições especiais
(10) - Contagem das 6 am às 10 pm de 26 em 26 dias durante 1 ano (14 contagens)	A ou B		
(11) - Contagem das 6 am às 10 pm de 13 em 13 dias durante 1 ano (28 contagens)	A		
(12) - Como em (9), mas divida o trecho do dia de interesse em 7 partes iguais (p. ex 2 horas. Em cada uma das 7 contagens conte uma parte, na ordem 1,4,7,3,6,2,5	C	Pode variar a parte em que inicia a contagem, mantendo a ordem, como 4,7,3,6,6,5,1, ou 3,6,2,5,1,4,7	
(13) - Como em (10) mas divida o trecho do dia de interesse em 14 partes iguais (por ex. 14 partes de 1 hora) e conte sucessivamente as partes 1,4,7,10,13,2,5,8,11,14,3,6,9,12	C		
(14) - Como em (11) divida o trecho do dia de interesse em 14 partes iguais e conte sucessivamente as partes 1,6,11,2,7,12,3,8,13,4,9,14, e então repita este ciclo	B		

Fonte: DNIT (2006).

A escolha pelo Método 2 não foi feita inicialmente. A intenção era obter uma amostra com alto nível de precisão, conforme definido no Quadro 2. No entanto, amostras com alto grau de refinamento demandam um tempo significativo para serem obtidas, o que tornaria o trabalho inviável, especialmente considerando que são duas obras com uma distância significativa entre si.

Diante disso, optou-se por uma abordagem que equilibrasse viabilidade e qualidade. Verificou-se que a amostra deveria, no mínimo, atender ao nível de qualidade C e, dentro dessa faixa, o método 2 mostrou-se o mais adequado e eficiente.

Quadro 2 – Qualidade de estimativas de contagem.

Nível de Precisão	90% de Probabilidade de o erro não ultrapassar	Interpretação da Estimativa
A	5%	Excelente
B	5% a 10%	Satisfatória para todas as necessidades normais
C	10% a 25%	Suficiente com estimativa grosseira
D	25% a 50%	Insatisfatória
E	Mais de 50%	Inútil

Fonte: DNIT (2006) (grifo nosso).

A partir dos dados coletados em campo, é possível determinar o volume de tráfego da via, sendo um dado de grande valia, pois, as solicitações ao pavimento são proporcionais ao volume da via.

Observou-se que, para ambas as obras, o fluxo de tráfego no local ocorre de forma fluida, sem registros de congestionamentos. A única limitação observada para os usuários da via refere-se à velocidade máxima permitida.

Outro ponto relevante, é que o tráfego é predominantemente composto por veículos leves, com as motocicletas representando mais de 50% do volume total de veículos no local. Esse perfil de tráfego resulta em uma baixa solicitação do pavimento, especialmente quando comparado ao tráfego de veículos pesados, o que pode indicar menor necessidade de intervenções estruturais mais complexas.

5.2.1 Contagem para a Obra do Estado

Após essas considerações, os dados de contagem para a obra de responsabilidade do Estado estão expressos na Figura 35.

Figura 35 – Ficha de contagem: obra do Estado.

CONTAGEM VOLUMÉTRICA

ESTADO: Ceará RODOVIA: COO-PNV: FRECHO: A Parque do povo - Prefeitura (Luzias) B

PORTO: LOCAL DA CONTAGEM: MARCO QUILOMÉTRICO: DATA DA CONTAGEM: 15/10/24 HORA INÍCIO: 06:00 HORA TÉRMINO: 10:00 SENTIDO: A B

PERÍODO (hrs)	VEÍCULOS LEVES		ÔNIBUS				CAMINHÕES										OUTROS	TOTAL	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	251	252	263	362	353	2C2	2C3	3C2	3C3			18 e mais
6-7	27	06	01		10													32	146
7-8	44	21			11													32	147
8-9	09	02			11	2												71	85
9-10	16	03			04													63	85

OBSERVAÇÕES: _____

Leonardo Santos de Almeida
CONTADOR

Ficha de contagem volumétrica I

Fonte: Autoria própria (2024).

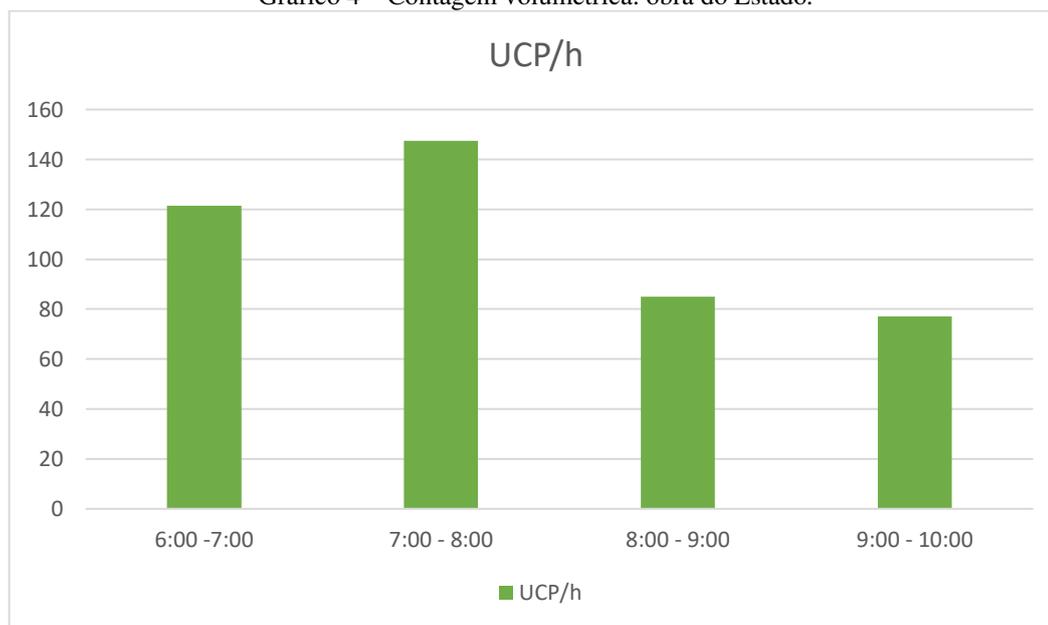
Para a obra realizada na sede, sob responsabilidade do Estado o tipo de veículo que prevaleceu foram as motocicletas, considerando o fator de equivalência para unidades de carro de passeio (Quadro 1), os dados obtidos estão expressos na Tabela 3 e plotados no Gráfico 4.

Tabela 3 – Contagem volumétrica: obra do Estado.

HORÁRIO	UNIDADES DE CARROS DE PASSEIO POR HORA (UCP/h)
6 - 7	121,5
7 - 8	147,5
8 - 9	85
9 - 10	77

Fonte: Autoria própria (2024).

Gráfico 4 – Contagem volumétrica: obra do Estado.



Fonte: Autoria própria (2024).

O Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) foi a principal referência utilizada para a análise do tráfego, pois apresenta importantes definições e metodologias de contagem. No entanto, ele não traz uma tabela específica para classificar o tráfego.

Desse modo, foi necessário utilizar o IP-02 – Classificação das vias (2004), da Prefeitura Municipal de São Paulo, como mencionado anteriormente, com o propósito de estipular o número de solicitação por eixos (N) e, assim, realizar um cálculo preliminar para o dimensionamento do pavimento, de acordo com o método de dimensionamento presente na obra publicada de Carvalho (1998), o qual já foi mencionado anteriormente.

É importante ressaltar que os dados coletados não incluem informações sobre o CBR das camadas do pavimento nem suas espessuras, tanto para a obra do Estado quanto para a obra do Município. É válido destacar que o propósito do referido trabalho não é realizar o dimensionamento das camadas do pavimento e, sim, classificar o tráfego para inferir se o pavimento é ou não bastante solicitado.

Desse modo:

$$\text{VMD} = \frac{121,5 + 147,5 + 85 + 77}{4} = 107,75 \text{ UCP/h}$$

$$\text{VMD} = 107,75 \times 24 = 2586 \text{ UCP/dia}$$

Portanto, para a obra do Estado, o tráfego classifica-se como Meio Pesado e o seu N característico é de 2×10^6 .

O dimensionamento as camadas de pavimento de acordo com Carvalho (1998), prosseguiria da seguinte forma:

Para a Sub-base, quando $N \geq 0,5 \times 10^6$ o material de sub-base deve apresentar um CBR mínimo de 30% e a espessura da camada de sub-base irá depender do CBR do subleito.

Para a determinação da Base, de acordo com o Gráfico 3 quando $N \geq 1,5 \times 10^6$ e $N \leq 10^7$, recomenda-se empregar a espessura mínima de 10 cm, logo a base deverá ter 10 cm de concreto rolado.

Para a areia de assentamento, recomenda-se uma camada de 5 cm de areia compactada, enfim a camada de rolamento deve ter no mínimo 8 cm de peças pré-moldadas de concreto. O quadro 3 apresenta de forma resumida o dimensionamento.

Quadro 3 – Dimensionamento: obra do Estado

Camada	Espessura e Material
Sub-base	Necessária (CBR \geq 30%)
Base	10 cm de concreto rolado
Assentamento	5 cm de areia compactada
Rolamento	8 cm de peças pré-moldadas

Fonte: Autoria própria (2024).

5.2.2 Contagem para a Obra do Município

Os dados de contagem para a obra de responsabilidade do Município estão representados na Figura 36.

Figura 36 – Ficha de contagem: obra do Município.

CONTAGEM VOLUMÉTRICA

ESTADO: Ceará RODOVIA: COD. PNV: TRECHO: A Entrada distrito de Itarepi - CE 153 B

POSTO: LOCAL DA CONTAGEM: MARCO QUILOMÉTRICO: DATA DA CONTAGEM: 16/10/24 HORA INÍCIO: 06:00 HORA TÉRMINO: 10:00 SENTIDO: A → B B → A

PERÍODO (h:m)	VEÍCULOS LEVES		ÔNIBUS				CAMINHÕES										OUTROS	TOTAL	
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3			
6-7	8	1	1															3	57
7-8	6	1	1															2	28
8-9	6	4																2	36
9-10	17	2			1													2	45

OBSERVAÇÕES: _____

Leonardo Santana de Alencar
CONTADOR

Fonte: Autoria própria (2024).

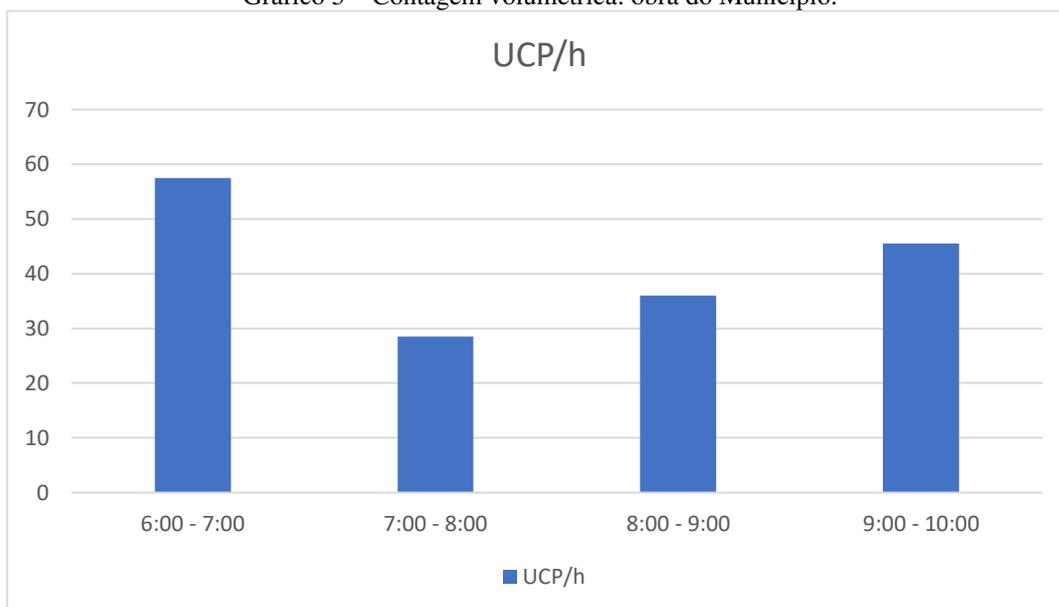
Para a obra realizada na sede de responsabilidade do Município o tipo de veículo que prevaleceu foram as motocicletas, considerando o fator de equivalência para unidades de carro de passeio (Quadro 1), os dados obtidos estão expressos na Tabela 4 e plotadas no Gráfico 5.

Tabela 4 – Contagem volumétrica: obra do Município.

HORÁRIO	UNIDADES DE CARROS DE PASSEIO POR HORA (UCP/h)
6 - 7	57,5
7 - 8	28,5
8 - 9	36
9 - 10	45,5

Fonte: Autoria própria (2024).

Gráfico 5 – Contagem volumétrica: obra do Município.



Fonte: Autoria própria (2024).

A classificação do tipo de tráfego e a determinação do N, para a obra do Município seguirá o mesmo padrão descrito no tópico anterior. Desse modo:

$$\text{VMD} = \frac{57,5 + 28,5 + 36 + 45,5}{4} = 41,875 \text{ UCP/h}$$

$$\text{VMD} = 41,875 \times 24 = 1005 \text{ UCP/dia}$$

Portanto, para a obra do estado, o tráfego classifica-se como médio e o seu N característico é 5×10^5 .

O dimensionamento as camadas de pavimento de acordo com Carvalho (1998), prosseguiria da seguinte forma:

Para a Sub-base, o documento estabelece que quando $N < 0,5 \times 10^6$ e o subleito tem $\text{CBR} \geq 20\%$, a sub-base não é necessária. No entanto, como $N = 5 \times 10^5$ é exatamente igual a $0,5 \times 10^6$, a recomendação para CBR mínimo de 30% para a camada da sub-base pode ser aplicada, a espessura da camada de sub-base irá depender do CBR do subleito.

Para garantir maior segurança ao pavimento, foi considerado que a sub-base será necessária, seguindo a recomendação para $N = 0,5 \times 10^6$ adotando um CBR mínimo de 30%.

Para a determinação da Base, quando $N < 1,5 \times 10^6$, a camada de base não é necessária.

Para a areia de assentamento, recomenda-se uma camada de 5 cm de areia compactada, enfim a camada de rolamento deve ter no mínimo 8 cm de peças pré-moldadas de concreto. O quadro 5 apresenta de forma resumida o dimensionamento.

Quadro 5 – Dimensionamento: obra do Município.

Camada	Espessura e Material
Sub-base	Necessária (CBR \geq 30%) – Adoção conservadora
Base	Não é necessária
Assentamento	5 cm de areia compactada
Rolamento	8 cm de peças pré-moldadas

Fonte: Autoria própria (2024).

5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A análise das manifestações patológicas e defeitos no pavimento foi realizada no dia 17 de outubro de 2024 por meio de uma inspeção visual realizada pelo autor, com foco em identificar as condições das superfícies nas duas obras em questão.

A presença de manifestações patológicas foi um ponto de destaque, uma vez que, embora ambas as obras apresentem tráfego predominantemente composto por veículos leves, o quesito manifestações patológicas apresentou diferenças consideráveis entre a obra do Estado e do Município.

5.3.1 Manifestações patológicas na Obra do Estado

Na obra do Estado, mostrada na Figura 37, não foram identificados defeitos que pudessem ser categorizados como manifestações patológicas, uma vez que, para serem classificados como tal, é necessário que ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos pela Associação Brasileira de Cimento Portland (Silva, 2022).

Portanto, as condições observadas na obra permanecem dentro dos parâmetros técnicos aceitáveis, sem apresentar comprometimento significativo da funcionalidade ou da durabilidade do pavimento.

Figura 37 – Pavimentação isenta de manifestações patológicas aparentes.



Fonte: Aatoria própria (2024).

5.3.2 Manifestações patológicas na Obra do Município

Em contraste, na obra sob responsabilidade do Município, o cenário observado apresentou diferenças significativas em relação à obra executada pelo Estado. Observou-se a presença de manifestações patológicas distribuídas ao longo de toda a extensão do pavimento. A manifestação patológica mais prevalente foi a trilha de roda, mostrada nas Figuras 38, 39, 40, 41 e 42 que consiste em depressões longitudinais na superfície do pavimento, formadas no eixo de tráfego.

Esse tipo de defeito é geralmente causado pelo recalque do subleito, quando não possui a resistência adequada para suportar o peso do tráfego.

É importante destacar que a trilha de roda foi detectada ao longo de todo o pavimento da obra, variando apenas a profundidade da trilha.

Figura 38 – Manifestação patológica trilha de roda.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 39 – Manifestação patológica trilha de roda.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 40 – Manifestação patológica trilha de roda.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 41 – Manifestação patológica trilha de roda.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 42 – Manifestação patológica trilha de roda.



Fonte: Autoria própria (2024).

Além disso, foi identificada a presença do excesso de largura das juntas, uma manifestação patológica que ocorre quando a largura das juntas entre as peças de concreto é maior do que o permitido de 10 mm, geralmente devido a uma má execução ou falta de material de rejuntamento.

Observou-se a largura excessiva das juntas em áreas específicas do pavimento, cuja localização está devidamente destacada na Figura 43, A manifestação patológica está representada nas Figuras 44 e 45 .

Figura 43 – Região com excesso de largura das juntas.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 44 – Manifestação patológica largura das juntas.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 45 – Manifestação patológica excesso de largura das juntas.



Fonte: Autoria própria (2024).

6 CONCLUSÃO

Com base nos estudos realizados, que incluíram revisões bibliográficas e análises de campo, constatou-se aspectos relevantes sobre as obras executadas em Lavras da Mangabeira-CE, evidenciando a viabilidade técnica do pavimento intertravado.

Ambas as obras apresentaram o mesmo padrão de assentamento para os blocos intertravados. No entanto, a obra de responsabilidade do Estado apresentou um fluxo veicular, aproximadamente, duas vezes maior em relação à obra municipal. Dessa forma o pavimento executado pelo estado está sujeito a solicitações mais intensas do que aquele executado pelo Município, conforme evidenciado pelas contagens volumétricas.

Os resultados confirmaram que o pavimento intertravado oferece vantagens significativas, como a facilidade de reparo dos blocos, apelo estético, compatibilidade ambiental e longa vida útil.

A flexibilidade no processo de fabricação e a possibilidade de moldagem dos blocos diretamente no local da obra, desde que sejam rigorosamente seguidas as especificações técnicas da NBR 9781 (ABNT, 2013a), destacam-se como fatores que reforçam sua sustentabilidade e adequação ao ambiente urbano. Essas vantagens tornam o pavimento intertravado uma alternativa eficaz e sustentável para pavimentação urbana.

Todavia, a análise também revelou manifestações patológicas precoces, particularmente na obra de responsabilidade do Município, a qual apresentou o menor volume de tráfego entre as obras analisadas. Foi identificada a ocorrência de trilha de roda, manifestação patológica associada a falhas de execução nas camadas inferiores ao revestimento, que, possivelmente, não atenderam aos requisitos de capacidade de suporte (CBR) exigidos pelo dimensionamento. Vale ressaltar que, devido à ausência de informações sobre o perfil do pavimento, não foi possível realizar uma análise mais detalhada sobre as possíveis causas dessas manifestações patológicas.

Além disso, observou-se a ausência de material de rejuntamento em alguns trechos, comprometendo o intertravamento dos blocos e, conseqüentemente, a integridade estrutural do pavimento, posto que o intertravamento adequado, garantido pelo preenchimento correto dos espaços com material de rejuntamento, é essencial para que os blocos funcionem como uma estrutura coesa, capaz de suportar e distribuir os esforços do tráfego de maneira eficiente.

Em contraste, a obra do Estado não apresentou manifestações patológicas significativas, sugerindo que a qualidade da execução foi determinante para o desempenho superior.

Esses problemas reforçam a importância de uma execução criteriosa e alinhada às normas técnicas, como as especificações da NBR 9781 (ABNT, 2013a). Para evitar falhas estruturais, recomenda-se que as etapas de dimensionamento e execução sejam conduzidas com rigor às normas, incluindo o controle adequado do subleito, o atendimento aos requisitos mínimos de CBR e o correto preenchimento das juntas com material de rejuntamento.

Conclui-se, portanto, que o pavimento intertravado pode ser utilizado com sucesso em vias urbanas de tráfego meio pesado como foi estimado na obra do Estado, apresentando-se como uma alternativa vantajosa ao pavimento asfáltico flexível. Entretanto, a durabilidade e o desempenho desta solução estão diretamente relacionados à qualidade do processo construtivo.

Por fim, os objetivos propostos no trabalho foram alcançados, espera-se que este estudo de caso sirva como base para futuras aplicações e melhorem a compreensão das boas práticas necessárias para garantir o sucesso da utilização do pavimento intertravado.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND-ABCP. **Pavimento intertravado**: especificações técnicas para licitações. São Paulo, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND-ABCP. **Manual de pavimento intertravado**: passeio público. São Paulo: ABCP, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11803**: Materiais para base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento — Requisitos. Rio de Janeiro, 2013b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12307**: Regularização do subleito. Rio de Janeiro, 2015a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11804**: Materiais para sub-base ou base de pavimentos estabilizados granulometricamente. Rio de Janeiro, 2015b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11806**: Materiais para sub-base ou base de brita graduada. Rio de Janeiro, 2015c.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 11798**: Materiais para base de solo-cimento – Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 12752**: Execução de reforço do subleito de uma via – Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 15953**: Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução. Rio de Janeiro, 2011.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras; ABEDA, 2008.
- CARVALHO, M. D. **Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto**. 4. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.
- DANIEL, S. R.; REIS, F. M. D.; REIS, M. J.; RAMOS, S. B.; PINTO, R. A. N.; REIS, C.; BORGES, V. de O.; BUENO, I. B. V.; MARTINS, E.; REIS, J. C. **Estudo de caso**: manifestações patológicas de pavimento intertravado no município de Passos-MG. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 6, p. e4665, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n6-002. Disponível

em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4665>. Acesso em: 14 fev. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES-DNIT.

Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/723_manual_estudos_trafego.pdf. Acesso em 23 abr. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE-DNIT.

Norma DNIT 005/2003: defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Terminologia. Rio de Janeiro, 2003. 12 p. Disponível em https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf. Acesso em 23 abr. 2024.

FIORITI, C. F. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODINHO, D. P. **Pavimento intertravado**: uma reflexão sob a ótica da durabilidade e sustentabilidade. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

JÚNIOR, E.; MAGALHÃES, S. **Pavimentação Em Vias Públicas**: Análise do Estado do Pavimento da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá – MT. E&S - Engineering and Science, v. 1, ed. 1, 2014.

PEREIRA, G. G. F.; SIMÃO, K. de O.; FARIA, M. S. P. **Estudo de caso**: uso de paver de concreto para emprego em pavimentação intertravada: dimensionamento e execução. 2020. 150 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário UNISOCIESC, Joinville, 2020.

Prefeitura do Município de São Paulo. **Instrução de Projetos IP-02 - Normas Técnicas de Pavimentação**. Secretaria de Infraestrutura Urbana, São Paulo, 2025. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/arquivos/secretarias/infraestruturaurbana/normas_tecnicas_de_pavimentacao/ip02.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2025.

SANTOS, Silvani Ferreira. **Análise comparativa entre o pavimento asfáltico e o pavimento intertravado**. 2022. 40 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Pitágoras – Unidade Governador Valadares, Governador Valadares, 2022.

SILVA, C. O. **Sistema de piso com peças de concreto**: pavimento intertravado: manual de desempenho. 1. ed. São Paulo-SP: Associação Brasileira de Cimento Portland-ABCP: Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto-BlocoBrasil. 2022. Disponível em https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2022/08/Manual_de_Desempenho_Pavimento-Intertravado_BlocoBrasil_Ago2022_v2.pdf. Acesso em 23 abr. 2024.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Cajazeiras - Código INEP: 25008978
	Rua José Antônio da Silva, 300, Jardim Oásis, CEP 58.900-000, Cajazeiras (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0005-07 - Telefone: (83) 3532-4100

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC Leonardo Santana de Alencar Comprimido

Assunto:	TCC Leonardo Santana de Alencar Comprimido
Assinado por:	Gastao Coelho
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Gastao Coelho de Aquino Filho, COORDENADOR(A) DE CURSOS - FUC1 - UNICC-CZ**, em 17/02/2025 14:22:14.

Este documento foi armazenado no SUAP em 17/02/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1394896

Código de Autenticação: b982eb65a4

