



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS – CMPF
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA - DETEC
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RONILDO MARLEY CARVALHO DE OLIVEIRA

**Identificação dos benefícios variados do uso de pavimento intertravado em
estradas vicinais.**

PAU DOS FERROS

2024

RONILDO MARLEY CARVALHO DE OLIVEIRA

Identificação dos benefícios variados do uso de pavimento intertravado em estradas vicinais.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito
de obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Marília Cavalcanti
Santiago

PAU DOS FERROS

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

048 Oliveira, Ronildo Marley Carvalho de.
 Identificação dos benefícios variados do uso de
 pavimento intertravado em estradas vicinais. /
 Ronildo Marley Carvalho de Oliveira. - 2025.
 52 f. : il.

 Orientadora: Marília Cavalcanti Santiago.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2025.

 1. Pavimentos intertravados. 2. Viabilidade
 técnica. 3. Viabilidade econômica. 4. Bloco de
 concreto. I. Santiago, Marília Cavalcanti ,
 orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

 Biblioteca Campus Pau dos Ferros
 Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
 CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RONILDO MARLEY CARVALHO DE OLIVEIRA

Identificação dos benefícios variados do uso de pavimento intertravado em estradas vicinais.

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido — UFERSA, Campus Pau dos Ferros para obtenção do título de Bacharel Engenharia Civil.

APROVADO EM 25/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Marilia Cavalcanti Santiago, Prof^a. Me (UFERSA)
Presidente

FABIOLA LUANA MAIA ROCHA, Eng. Civil Me.
Membro Examinador

HELOISA NASCIMENTO DE ANDRADE, Eng. Civil.
Membro Examinador

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos, por sempre me incentivarem a buscar o conhecimento.
A minha esposa Emilia companheira de todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por conduzir a mim em toda a minha vida acadêmica e oportunizar-me com a produção desse trabalho de conclusão de curso.

Agraço a minha esposa, Emilia Mikaela e seus familiares, companhias incondicionais que fazem parte da minha vida e por nos ajudarem a enfrentar as dificuldades em minha formação acadêmica, servindo sempre de suporte e apoio.

Aos meus pais Raimundo Nonato de Oliveira e Maria das Graças de Oliveira pelo amor, educação, apoio e incentivo em todas as fazes da minha vida.

Aos meus irmãos Ronaldo Marcelo, Rubem Manassés, e Ronilda Marcela pelo respeito e confiança em mim depositados.

A todos os demais familiares (tios e tias, primos, sobrinhos, cunhados) por sempre apoiarem a minha caminhada, sempre com opiniões positivas a meu favor.

A minha orientadora Prof^a. Me. Marília Cavalcanti Santiago pela confiança, amizade e condução na produção deste trabalho.

A todos os profissionais que compõem a instituição de ensino (corpo docente, técnicos administrativos, vigias e servidores) por serem essenciais na condução de conhecimentos e atividades de manutenção do campus, as quais servem a mim e os demais discentes como apoio nessa jornada.

As amizades sinceras construídas através do curso, por compartilhar dificuldades, aprendizagem e conquistas.

Agradeço aos motoristas dos transportes escolares por conduzirem a mim e demais alunos diariamente com segurança às instituições de ensino.

RESUMO

O uso de bloco de concreto em pavimentação intertravada além de calçadas e ruas tem ganhado mais espaços para sua utilização como ruas, vias urbanas com tráfego leve, moderado e ou até mesmo pesado e mais recentemente a utilização em estradas vicinais, tornando-se uma proposta muito atraente entre as empresas construtoras, tanto por suas características técnicas quanto do ponto de vista econômico. Com a demanda crescente do uso deste produto, o seu processo produtivo evoluiu significativamente, desde a linha de produção à incorporação de materiais como polímeros e fibras. Objetivando identificar a aplicação de piso intertravado em estradas vicinais de Portalegre-RN, analisando a viabilidade técnica e econômica associadas à utilização de piso intertravado, buscando identificar os benefícios variados do uso de pavimento intertravado. O estudo de caso foi realizado com base no projeto de execução de uma pavimentação que interliga a RN-177 à Comunidade Rural do Jenipapeiro Estado do Rio Grande do Norte, no Município de Portalegre. O Município mencionado, já utilizava os blocos de concreto intertravado em calçadas, praças e passeios. Foram categorizados os principais tipos de pavimentos como flexíveis (asfálticos) e rígidos (de concreto), que variam em função do material e aplicação. A escolha do tipo depende das características da área (tráfego, clima, custo) e da durabilidade necessária para o projeto. A pesquisa adotou uma abordagem exploratória qualitativa acerca do tema trabalhado, seguindo as etapas mencionadas a seguir: escolha do tema, coleta de dados e levantamento bibliográfico em publicações em periódicos e artigos científicos, monografias, dissertações, material cartográfico, internet, visitas in loco à estrada ser pavimentada e a empresa fornecedora dos blocos de concreto, para fins de organização e aprofundamento do conhecimento. O controle de qualidade da obra é de responsabilidade da empresa executora (Nabla Construções Ltda), e dos blocos que formarão o pavimento intertravado da empresa fornecedora (Oeste Verde Pré-Moldados), onde essa junção promoveu um pavimento que entrega vários benefícios, desde sua viabilidade técnica e econômica que uni vários benefícios como: durabilidade e resistente; sustentabilidade e permeabilidade; facilidade de manutenção; rapidez de instalação; estética e versatilidade; segurança e custo benefício. Por todos os motivos apontados, os pavimentos intertravados se mostram uma alternativa tecnicamente eficaz e economicamente vantajosa para a melhoria da infraestrutura de estradas vicinais, promovendo maior segurança, conforto e acesso permanente, contribuindo para o desenvolvimento social e econômico da comunidade atendida.

Palavras-chave: pavimentos intertravados; viabilidade técnica; viabilidade econômica; bloco de concreto.

ABSTRACT

The use of concrete blocks in interlocking paving, in addition to sidewalks and streets, has gained more space for its use as streets, urban roads with light, moderate and even heavy traffic and, more recently, its use in rural roads, becoming a very attractive proposal among construction companies, both for its technical characteristics and from an economic point of view. With the growing demand for the use of this product, its production process has evolved significantly, from the production line to the incorporation of materials such as polymers and fibers. Aiming to identify the application of interlocking paving in rural roads of Portalegre-RN, analyzing the technical and economic feasibility associated with the use of interlocking paving, seeking to identify the varied benefits of the use of interlocking paving. The case study was carried out based on the execution project of a paving that connects RN-177 to the Rural Community of Jenipapeiro, State of Rio Grande do Norte, in the Municipality of Portalegre. The aforementioned municipality already used interlocking concrete blocks for sidewalks, squares and walkways. The main types of pavement were categorized as flexible (asphalt) and rigid (concrete), which vary according to the material and application. The choice of type depends on the characteristics of the area (traffic, climate, cost) and the durability required for the project. The research adopted a qualitative exploratory approach to the topic studied, following the steps mentioned below: choice of topic, data collection and bibliographic survey in publications in journals and scientific articles, monographs, dissertations, cartographic material, internet, on-site visits to the road to be paved and the company supplying the concrete blocks, for the purpose of organizing and deepening knowledge. The quality control of the work is the responsibility of the executing company (Nabla Construções Ltda), and of the blocks that will form the interlocking pavement, of the supplier company (Oeste Verde Pré-Moldados), where this combination created a pavement that delivers several benefits, from its technical and economic viability that combines several benefits such as: durability and resistance; sustainability and permeability; ease of maintenance; speed of installation; aesthetics and versatility; safety and cost-benefit. For all the reasons mentioned, interlocking pavements are a technically effective and economically advantageous alternative for improving the infrastructure of local roads, promoting greater safety, comfort and permanent access, contributing to the social and economic development of the community served.

Keywords: interlocking pavements; technical feasibility; economic feasibility; concrete block.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Utilização da pavimentação flexível em Itabuna	14
Figura 2 - Processo de recapeamento com asfalto	15
Figura 3 - RN 177	16
Figura 4 - Esquema de distribuição de cargas em pavimento flexível.....	16
Figura 5 - Comparativo entre o número de camadas dos pavimentos flexíveis e regido.....	17
Figura 6 - Camadas que constituem a pavimentação rígida.....	18
Figura 7 - Distribuição das cargas no pavimento rígido	19
Figura 8 - Camadas que constituem o pavimento intertravado.....	23
Figura 9 - As cargas aplicadas ao pavimento intertravado	24
Figura 10 - Arranjos de assentamento dos blocos intertravados.....	25
Figura 11 - Fluxograma	28
Figura 12 - Localização de Portalegre no RN.....	28
Figura 13 - Mapa de caracterização da área de estudo	29
Figura 14 - Trechos 01 da via pavimentada.....	31
Figura 15 - Trecho 2 da via pavimentada	31
Figura 16 - Início da terraplenagem.....	32
Figura 17 - Equipamentos.....	33
Figura 18 - Espalhamento da brita.....	34
Figura 19 - Meio fio com o friso mencionado	35
Figura 20 - Espalhamento e nivelamento da areia de assentamento.....	36
Figura 21 - Assentamento dos blocos na areia.....	37
Figura 22 - Apresenta o espalhamento e varrição do pó de brita.....	38
Figura 23 - Sede e fábrica da Oeste Verde Pré-Moldados.....	38
Figura 24 - Ensaio de granulometria.....	39
Figura 25 - Inspeções.....	40
Figura 26 - Colocação do bloco na prensa hidráulica.....	40
Figura 27 - Assentamento regular dos blocos.....	41
Figura 28 - Seção transversal.....	42
Figura 29 - Sarjeta com valeta de proteção dos aterros.	42

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	12
2.1	Geral.....	12
2.2	Específicos.....	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Pavimentação.....	13
3.2	Tipos de Pavimentos	13
3.3	Pavimentos Flexíveis ou (Asfálticos).....	13
3.4	Vantagens e Desvantagens dos Pavimentos Flexíveis.....	17
3.5	Pavimentos Rígidos ou em (Concreto).....	18
3.6	Vantagens e Desvantagens dos Pavimentos Rígidos.....	19
3.7	Pavimentos Intertravados.....	21
3.7.1	Breve Histórico dos Pavimentos Intertravados.....	21
3.7.2	Estrutura Característica de um Pavimento Intertravado.....	22
3.7.3	Propriedades Funcionais dos Pavimentos Intertravados	24
4	METODOLOGIA.....	27
4.1	Caracterização da Área de Estudo	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1	Análise Crítica da Pavimentação Executada	30
5.2	Levantamento Topográfico	30
5.3	Dimensionamento das Camadas de Subleito, Base e Areia de Assentamento.....	32
5.3.1	Subleito	32
5.3.2	Base	33
5.3.3	Contenção Lateral.....	34
5.3.4	Camada de Assentamento	35
5.3.5	Camada de Revestimento	36
5.3.6	Rejuntamento	37
5.4	Fornecimento dos Blocos	38
5.5	Viabilidade Técnica e Econômica	41
5.5.1	Avaliação da Funcionalidade	41
5.5.2	Economia	43
5.5.3	Sustentabilidade	43
6	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

A utilização do bloco de concreto em pavimentação intertravada em calçadas e ruas tem se tornado uma proposta muito atraente entre as empresas construtoras, tanto por suas características técnicas quanto do ponto de vista econômico. Com a demanda crescente do uso deste produto, o seu processo produtivo evoluiu significativamente, desde a linha de produção à incorporação de materiais como polímeros e fibras (Bezerra, 2024).

Tem-se usado o termo pavimento intertravado - PI, para designar tipos de pavimentos que tem sua camada de revestimento composta por blocos de concreto, seguida por camada de revestimento formada por peças de concreto justapostas proporcionando o intertravamento entre elas, e ainda, pode ser definido como pavimento flexível, por sua estrutura ser composta por camada de base ou sub-base e garantindo a transferência das cargas geradas devido ao atrito, distribuindo-as ao conjunto bloco-areia-bloco, conferindo capacidade estrutural, onde se processa um alívio de tensões transmitidas às camadas de base do pavimento (Godinho, 2009).

Segundo a NBR 9781 (2004), no Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, é o órgão regulamentador dos critérios de fabricação, aplicação, desempenho e manutenção dos blocos de concreto utilizados na pavimentação intertravada. Tais critérios definem o tipo de uso, que varia desde calçadas, vias nos centros urbanos com trânsito industrial ou rodoviário, associando sua capacidade de carga a cada situação, além de trazer benefícios variáveis como capacidade de drenagem superior, melhor conforto térmico, durabilidade e resistência, estética, segurança, baixo custo de manutenção promovendo soluções sustentáveis e eficientes.

Nas últimas décadas, o uso de pavimentos em blocos intertravados tem se tornado uma alternativa interessante para as obras de Engenharia no Brasil, visto que muitas cidades europeias e americanas uma prática comum devido às várias vantagens funcionais, estéticas e ambientais que este material proporciona (Hallack, 1999).

O foco deste estudo, está em verificar as características quanto a viabilidade técnica e econômica do serviço de execução de pavimentação em bloco intertravado de concreto em estradas vicinais no Brasil, visto ter sido registrado pela Associação Brasileira de Cimento Portland, como o um dos produtos pré-moldados que utilizam o cimento Portland. O estudo de caso foi realizado com base no projeto de execução de uma

pavimentação que interliga a RN-177 à Comunidade Rural do Jenipapeiro Estado do Rio Grande do Norte, no Município de Portalegre. A partir de então, identificar os benefícios variados com o uso dos pisos intertravados de concreto, verificando a aplicação de piso intertravado em estradas vicinais no município de Portalegre, além de caracterizar os variados tipos.

2 OBJETIVOS

Os objetivos gerais e específicos serão apresentados a seguir, alinhado o tema e à problemática central do trabalho.

2.1 Geral

- Apontar os benefícios variados do uso de pavimento intertravado em estradas vicinais.

2.2 Específicos

- Identificar a aplicação de piso intertravado em estradas vicinais de Portalegre-RN;
- Caracterizar os tipos de revestimento de piso intertravado sobre os benefícios variados de sua aplicação em estradas vicinais;
- Analisar os benefícios técnicos e econômicos associadas à utilização de piso intertravado em estradas vicinais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Pavimentação

O referencial teórico a seguir aborda temas, como o uso de pavimentação em intertravado, ressaltando a sua importância para o desenvolvimento comunidades, apresentando a partir de suas características mecânicas a eficiência da utilização de blocos de concreto na estrutura de pavimentação. Serão utilizados artigos científicos, dissertações e normas regulamentadoras para dar respaldo científico a pesquisa.

A pavimentação surgiu com a necessidade de ampliar o desenvolvimento urbano, sendo um dos elementos fundamentais para a melhoria da qualidade de vida nas cidades. Além do mais, o ato de pavimentar propõem a viabilizar uma superfície lisa para a circulação de veículos e pedestres, contribuindo de maneira ímpar para diversos aspectos promovendo o crescimento sustentável e a funcionalidade das áreas urbanas (Vaz, 2023).

Conforme o DNIT (2006), a pavimentação compreende a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito. Ainda pode ser dito, que a pavimentação é uma estrutura de múltiplas camadas apoiadas sob determinado terreno de fundação ou infraestrutura, onde tais camadas podem ser constituídas de concreto, asfalto e até mesmo de pedras.

3.2 Tipos de Pavimentos

Os pavimentos podem ser classificados em diversos tipos, isso baseado nos materiais utilizados e na estrutura do pavimento adequada para as diferentes aplicações, na sequência segue os tipos de pavimentos mais comuns de uso: Os tipos de pavimentos podem ser categorizados principalmente como flexíveis (asfálticos) e rígidos (de concreto), que variam em função do material e aplicação. A escolha do tipo depende das características da área (tráfego, clima, custo) e da durabilidade necessária para o projeto (Etesco, 2021).

3.3 Pavimentos Flexíveis ou (Asfálticos)

Para Balbo (2007), os pavimentos flexíveis ou asfaltos, são um tipo de pavimentação composta por uma mistura de agregados minerais granulares, ligantes

betuminosos e em alguns casos é acrescido aditivos para incorporar características desejadas. São projetados para distribuir as cargas do tráfego de maneira gradativa até o solo de fundação e, são chamados de flexíveis porque sua estrutura permite certa deformação sob a carga, sem apresentar fissuras imediatas. A figura 1 a seguir mostra a utilização da pavimentação flexível nas vias urbanas em Itabuna no Estado da Bahia.

Figura 1 - Utilização da pavimentação flexível em Itabuna



Fonte: Prefeitura de Itabuna (2024)

A flexibilidade do asfalto é uma característica influenciada por fatores como a composição da mistura asfáltica, a temperatura ambiente e a presença de ligantes modificados, como polímeros. Em climas frios, o asfalto pode se tornar mais rígido e suscetível a rachaduras, enquanto em temperaturas elevadas pode se tornar transparente maleável, causando deformações como trilhas de roda.

O asfalto possui certa resistência à água contribuindo para a sua durabilidade, porém a alta exposição constante pode levar ao desgaste precoce, em especial em regiões que apresentam grandes variações de temperaturas e congelamento (Etesco, 2021). Por isso, a escolha do tipo de asfalto e a sua formulação são essenciais para garantir um desempenho adequado às condições. A figura 2 mostra o processo de recapeamento com asfalto no município de Mercedes Paraná.

Figura 2 - Processo de recapeamento com asfalto



Fonte: Prefeitura de Mercedes, (2023).

Nos pavimentos flexíveis, em relação aos materiais que compõem o revestimento, cerca de 90% a 95% são agregados, tendo como principal função absorver e transmitir os esforços oriundos do tráfego e resistir ao desgaste sofrido pelo pavimento ao longo da sua vida útil. O material betuminoso (asfalto) compõe cerca de 5% a 10 % do revestimento, tem função de aglutinar as partículas dos agregados e impermeabilizar a superfície do pavimento (Bernucci et al., 2010).

A utilização da pavimentação asfáltica é vasta, podendo ser aplicada em pavimentação de rodovias, avenidas, estacionamentos e pistas de aeroportos. Além disso, o asfalto é utilizado em obras de infraestrutura, como drenagem e impermeabilização, devido às suas propriedades de resistência à água (Dias, 2019). A figura 3 a seguir mostra a RN 117 recentemente recuperada, trecho que liga Francisco Dantas à Pau dos Ferros no Rio grande do Norte.

Figura 3 - RN 177

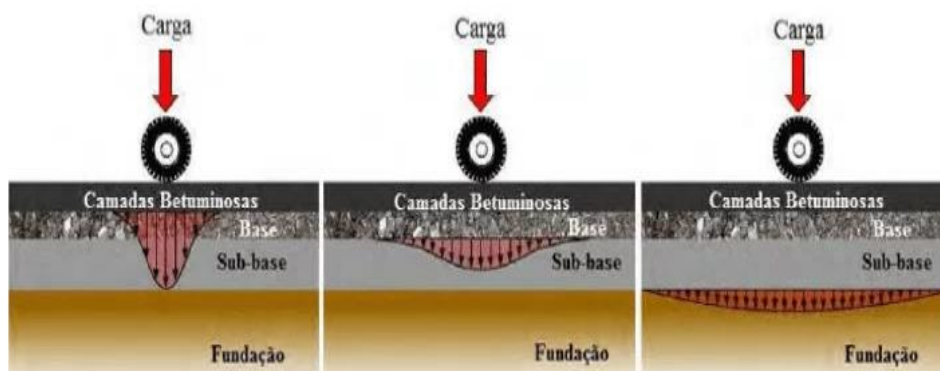


Fonte: Arquivo pessoal (2024)

Para Bernucci et al. (2010). A aplicação do asfalto envolve um processo de várias etapas. Inicialmente, a superfície a ser pavimentada deve ser preparada, o que inclui a regularização das camadas de suporte do pavimento, às quais são subleito, sub-base, base e revestimento. Em seguida, o asfalto é aquecido e aplicado em camadas, que são compactadas para garantir uma aderência adequada. O controle de temperatura e a técnica de compactação são essenciais para o sucesso da aplicação, garantindo que o asfalto atinja suas propriedades ideais.

O pavimento asfáltico, no qual a absorção de esforços dá-se de forma dividida entre várias camadas, encontrando-se as tensões verticais em camadas inferiores, concentradas em região próxima da área de aplicação da carga (Balbo, 2007). Na figura 4, é apresentado o esquema de distribuição de cargas sobre as camadas do pavimento.

Figura 4 - Esquema de distribuição de cargas em pavimento flexível



Fonte: Maia (2012).

3.4 Vantagens e Desvantagens dos Pavimentos Flexíveis

As vantagens dos pavimentos flexíveis parte desde sua escolha que determina o tipo que será utilizado em uma determinada pavimentação rodoviária, é algo relevante, necessitando de informações como o fluxo de tráfego que será aplicado, o tipo de terreno a ser implementado o projeto e as inclinações do local. Assim possibilitando avaliar de acordo com as vantagens e desvantagens de cada tipo de pavimento, qual será o mais indicado para aquela situação (Batista, 2016).

Para entender o que são vantagens da pavimentação flexível é necessário fazer comparativo técnico com o pavimento rígido, visando a utilização em um projeto específico. Desta forma relacionando as características de construção, a manutenção deste pavimento, o comportamento em meio ao fluxo de veículos calculado, a segurança empregada por cada um dos tipos de pavimentação e a sustentabilidade (ASTM, 2006).

Um ponto de grande relevância para a aprovação de um projeto final de pavimentação, são os parâmetros que possam comparar os custos programados de cada um dos tipos de pavimentos, colocando em desvantagem o pavimento flexível em comparação com o pavimento rígido, levando em consideração as diversas etapas que são necessárias para a implantação do pavimento flexível (Batista, 2016). A figura 5 mostra o comparativo entre o número de camadas dos pavimentos flexíveis e regido.

Figura 5 - Comparativo entre o número de camadas dos pavimentos flexíveis e regido



Fonte: Silva e Gachet (2022).

Para Senco (2007), a figura 5 mostra um comparativo que dá para perceber a complexidade da utilização do pavimento flexível em relação ao pavimento rígido, onde é necessário para a implementação na obra de seis partes: subleito, reforço do subleito,

sub-base, base e revestimento. Enquanto na pavimentação rígida são implementadas apenas três partes: subleito, sub-base e base com revestimento.

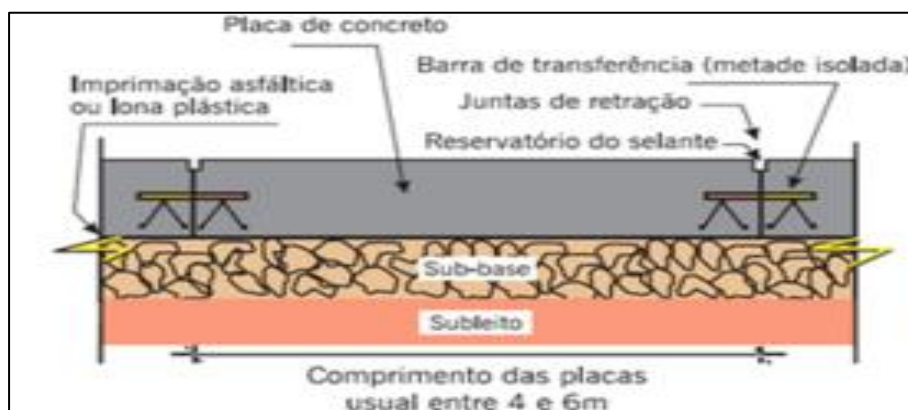
Um ponto relevante que torna vantajoso a escolha do pavimento flexível é a maior disponibilidade de empresas que possuam maquinário e mão de obra especializada para a realização de pavimentos flexíveis. Assim a utilização deste tipo de pavimento se torna atraente e com um maior número de oferta, refletindo de forma direta nos custos deste tipo de pavimento (Batista, 2016).

3.5 Pavimentos Rígidos ou em (Concreto)

É considerado pavimentação rígida toda pavimentação cuja rigidez é muito elevada em relação às camadas inferiores, absorvendo assim todas as tensões que advém do carregamento nela aplicada (DNIT, 2006).

O pavimento rígido pode ser extremamente resistente, e em sua estrutura pode apresentar ou não a camada de sub-base entre o revestimento e o subleito. Essa condição depende da qualidade do material existente no subleito. Segundo Balbo (2007), o pavimento rígido apresenta uma camada que absorve a maior parte da parcela de esforços horizontais, gerando, conseqüentemente, pressões verticais aliviadas e bem distribuídas em cima das camadas inferiores. A figura 6 a seguir mostra as camadas que constituem a pavimentação rígida.

Figura 6 - Camadas que constituem a pavimentação rígida.

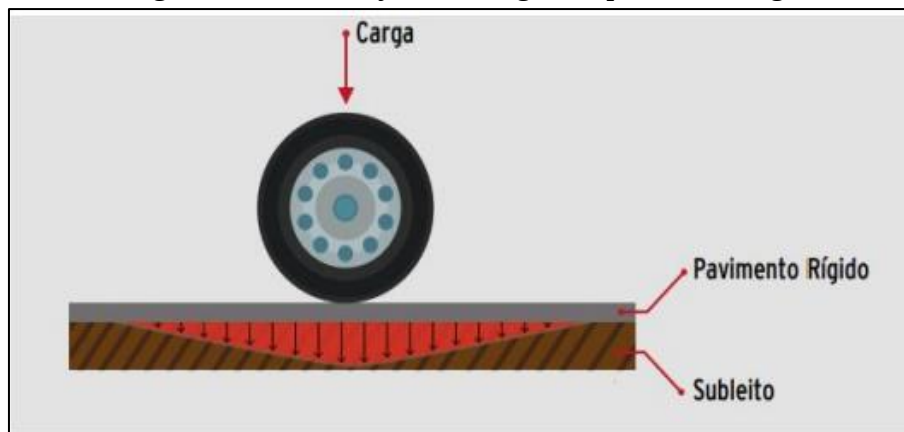


Fonte: Bernucci (2008)

Para Balbo (2009), esse tipo de pavimento reage distribuindo a força ou carga aplicada pelos pneus do veículo de forma diferente ao flexível, a distribuição se dá em uma área maior nas camadas inferiores, dividindo a carga, e isso torna a carga mais distribuída e menos aplicada (pontual). No pavimento rígido, as placas de concreto retem

quase todo carregamento, sendo o subleito estruturalmente menos vulnerável a cargas pesadas, diferente da flexível que transfere muita carga para o subleito. A figura 7 exemplifica a distribuição das cargas no pavimento rígido.

Figura 7 - Distribuição das cargas no pavimento rígido



Fonte: CNT (2017)

A composição do pavimento rígido, segue principalmente por uma placa de concreto, o que lhe confere uma alta rigidez em comparação com as camadas inferiores. Essa rigidez permite que ele suporte cargas pesadas e ofereça uma superfície durável para estradas e outras aplicações com tráfego intenso (Araújo *et. al.*, 2016).

Conforme Bernucci *et. al.* (2008), na pavimentação rígida de concreto, o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland, onde fixa-se a espessura em função da resistência à flexão destas placas e das resistências das camadas subjacentes, podendo ser armadas ou não com barras de aço. Para Guimarães (2011), o pavimento rígido tem uma maior durabilidade, com uma vida útil média de 30 a 50 anos, podendo ser prolongada ainda mais com manutenção adequada.

3.6 Vantagens e Desvantagens dos Pavimentos Rígidos

O pavimento rígido tem como uma das principais vantagens a sua durabilidade e resistência, capaz de suportar o tráfego pesado e as condições climáticas extremas, tornando-o uma escolha confiável para projetos de grande escala. A execução e manutenções regulares, eleva a vida útil sem a necessidade de grandes intervenções. Outra característica interessante é que o concreto utilizado no pavimento rígido é um material considerado sustentável, pois pode ser reciclado e reutilizado em novas construções e a sua manutenção é geralmente menos dispendiosa do que outros tipos de pavimentos, isso comparando com asfalto (Silva; Albuquerque, 2017).

A durabilidade e resistência dos pavimentos rígidos em comparação aos pavimentos flexíveis, fazem com que geralmente sejam empregados em vias cuja tráfego é intenso e repetitivo, como pistas de aeroportos, corredores exclusivos para ônibus, indústrias, portos, com manutenção facilitada de pavimentos, com o intuito de prolongar sua vida útil (Silva; Albuquerque, 2017).

A vida útil do pavimento rígido pode chegar aproximadamente 20 anos, isso sem a necessidade de intervenções, justificando a resistência da placa de concreto. Como a placa de concreto é dimensionada para suportar as cargas do tráfego previsto em projeto, e corresponde as ações sem transmitir as cargas excedentes às camadas inferiores (Junior; Reis, 2018).

Um fator importante a ser observado é a inclinação da seção transversal do pavimento rígido, que está na ordem de 2 a 3 vezes menor que nos pavimentos flexíveis, o que diminui significativamente a ocorrência de derrapagens e tombamentos. Essa alta resistência a derrapagens e tombamentos está ligado ao quesito segurança, visto proporcionar maior aderência entre o pneu e a superfície (Means; Ananias; Oliveira, 2011).

Assim como Means, Ananias e Oliveira (2011) menciona, ainda no quesito economia de combustível, estudo feito pelo Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá apontam que os caminhões chegam a economizar cerca de 11% de combustível ao trafegar em rodovias de concreto, podendo ser ainda maior, que pode chegar a 17%, devido ao concreto não deformar, criando menor resistência ao rolamento e consequentemente menor esforço mecânico dos veículos.

Considera-se também, que este tipo de aplicação propicia um menor custo social àqueles relacionados diretamente com as vias, como o custo operacional dos veículos, o tempo gasto nas viagens e o conforto. Considerando seu baixo índice de deformação, é extremamente raro o surgimento de buracos ou panelas, trilhas de roda, sendo estes fatores que causam desconforto e elevam os gastos com manutenção dos veículos. (Silva, 2018).

Como coloca Silva (2018), as desvantagens que o pavimento rígido apresenta está associada ao custo inicial ser elevado, quando considerado o custo/benefício e a vida útil, influencia logística, se instalado distante de usinas ou fabricas de cimento e ainda pouca aplicação no Brasil, haja vista que o pavimento flexível ser amplamente difundido.

Para Costa (2013), apesar do pavimento rígido apresentar custos elevados

durante sua elaboração e execução, quando analisado os custos futuros, que prezem pela manutenção e conservação de segmento sob este regime, a tendência é que está se torne mais barata que a pavimentação flexível, além de apresentar-se mais confiável e sofisticada.

3.7 Pavimentos Intertravados

3.7.1 Breve Histórico dos Pavimentos Intertravados

O uso de peças de concreto pré-moldadas em pavimentação segundo Godinho (2009), se deu ainda no século XIX, porém, algumas patentes podem ser registradas na Europa antes mesmo da Primeira Guerra Mundial, contudo o desenvolvimento e utilização desse material ocorreu após a Segunda Guerra, em países como Alemanha e Holanda, que passaram por processo de reconstrução.

Segundo Hallack (1999), por volta da década de 1950, as peças de blocos de concreto, que antes se assemelhavam a um tijolo, foram aprimoradas ganhando novos modelos, permitindo o desenvolvimento de projetos de paginação cada vez mais ousados e criativos. Na década de 1960, a maioria dos países europeus já expressava uma boa disseminação dos pavimentos intertravados, tendo um crescimento para países como Estados Unidos e Japão apenas no final dos anos de 1970. A proliferação das peças pré-moldadas de concreto no Brasil ocorreu ainda na década de 70 e logo passou por muitos avanços ao longo das últimas décadas, consolidando-se atualmente no setor da construção como solução de excelente desempenho, estética e ambientalmente sustentável (Hallack, 1999).

Para Smith (2003), desde o início dos anos 80 a pavimentação com peças pré-moldadas de concreto tornou-se comum em todo mundo. Os blocos podem ser utilizados em quase todos os tipos de ambientes, visto que permite uma grande coordenação tanto estética quanto estrutural, ganhando espaços nas calçadas, ruas e estradas no Brasil. Fioriti (2007), ainda complementa, além de prático e confiável, os fatores que os fatores que tornaram as peças pré-moldadas de concreto com grade aceitação foram o equilíbrio entre meio ambiente, economia e tecnologia.

De acordo com norma ABNT NBR 15953, pavimento intertravado incide que é um pavimento flexível onde sua estrutura é composta por uma camada de base ou base e sub-base, camada de revestimento composta por peças de concreto sobrepostas em uma camada de assentamento, onde após juntas entre as peças é feito o preenchimento por

material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção. Este tipo de pavimentação, sob a ação do tráfego, tende a ter o acúmulo de deformações semelhantes aos pavimentos flexíveis de asfalto, sendo que a quantidade e taxa de acúmulo de deformação das camadas do intertravado tende a ser menor do que os pavimentos de asfalto de espessura semelhante (Silva, 2022)

Em Godinho (2009), esses pavimentos são amplamente utilizados em áreas urbanas, industriais, comerciais, residenciais e devido à sua durabilidade, estética e funcionalidade. Vários fatores influenciam na escolha de realizar a execução da pavimentação com intertravado. Os fatores técnicos, estéticos, funcionais e ambientais, são aspectos que garantem que o pavimento seja adequado ao tipo de uso, à carga que irá suportar quando solicitado ao uso.

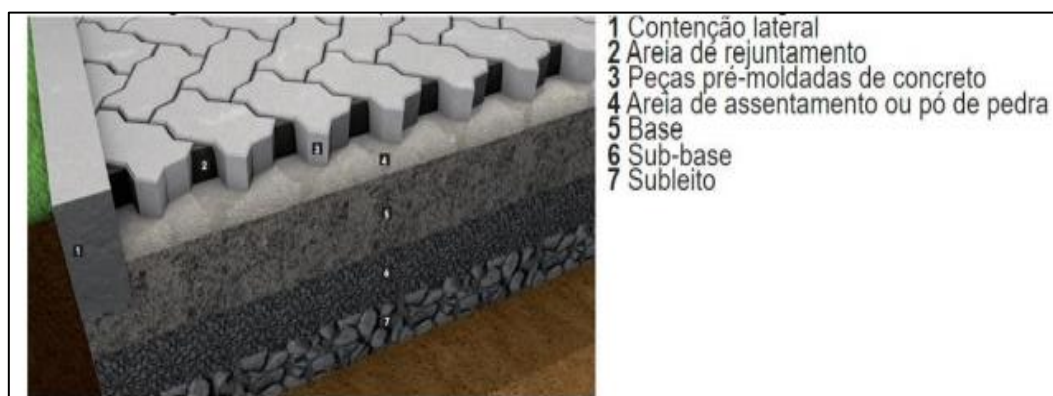
3.7.2 Estrutura Característica de um Pavimento Intertravado

Segundo a normativa brasileira NBR 9781 (2013), um pavimento intertravado é considerado flexível visto sua estrutura ser composta por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção, e que permite a movimentação do solo sob condições de carga e variações climáticas.

A função básica de um pavimento, tomando um ponto de vista estritamente técnico, distribuir as cargas concentradas, de maneira a proteger o subleito, fazendo com que sua capacidade de suporte não seja excedida, seja o subleito resultante de corte e aterro (Hallack, 1999).

Nos pavimentos intertravados é indispensável o uso de contenções laterais, visto que elas impedem o deslocamento laterais dos blocos, e possuem a seção transversal típica mostrada na Figura 8, mostra as camadas que constituem o pavimento intertravado.

Figura 8 - Camadas que constituem o pavimento intertravado



Fonte: HALLACK (1998).

No pavimento intertravado, a camada de rolamento é formada pelos blocos pré-moldados de concreto projetadas para se encaixarem de forma precisa compondo um revestimento de durabilidade e resistência adequadas assentadas sobre uma camada de areia. Assim, essa camada deve ser capaz de suportar as cargas e as tensões provocadas pelo tráfego protegendo as camadas inferiores do desgaste e a mantendo com baixos níveis de umidade permitindo melhor estabilidade do material constituinte (Hallack, 1998).

Como Cruz (2003) coloca, a camada de base é aquela que suporta a força de tração distribuída pela camada de cobertura, e tem como função principal de proteger estruturalmente o subleito das cargas externas evitando a deformação e deterioração do pavimento intertravado.

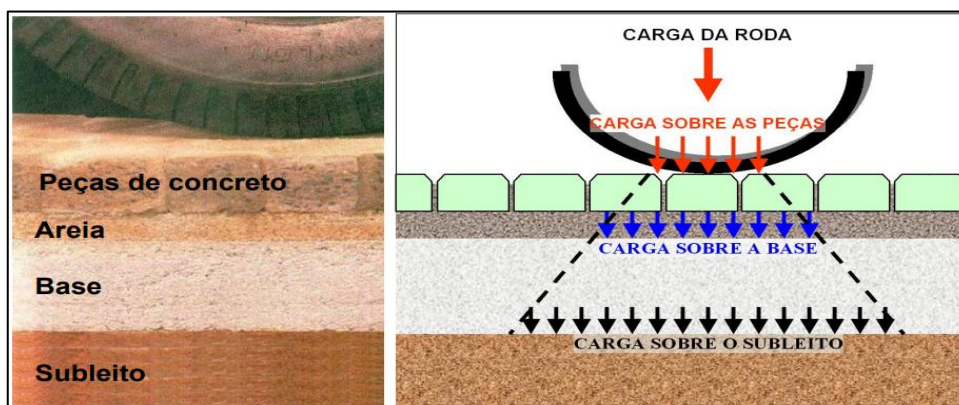
Para evitar a deterioração do subleito, a camada de base deve ser pouco permeável, ou impermeável por completo assim como mostra estudos realizados por (Knapton, 1976). Apoiando a ideia anterior, Shackel (1990) admite que o dimensionamento poderá requerer, ainda, uma camada de sub-base, suplementar à base, executada diretamente sobre o leito regularizado ou sobre o reforço de subleito dependendo da magnitude das cargas geradas pelo tráfego e das características mecânicas e dos módulos de elasticidade da base e do leito.

Como referido por Maciel (2007), a sub-base, uma das partes que compõem as camadas do pavimento, tem funções semelhantes às da camada de base, geralmente é constituída de material puramente granular, complementando a base, quando por qualquer circunstância não seja aconselhável construir o pavimento diretamente sobre o leito obtido pela terraplenagem.

As camadas de assentamento constituintes da estrutura de um pavimento

intertravado possuem a função de distribuir a tensão normal vertical aplicada na superfície, como exemplificado na Figura 9, de tal maneira que o subleito receba uma parcela muito inferior desta tensão, o que caracteriza um pavimento flexível. As cargas aplicadas ao pavimento intertravado são distribuídas assim como mostra a figura 9.

Figura 9 - As cargas aplicadas ao pavimento intertravado



Fonte: Silva (2022).

3.7.3 Propriedades Funcionais dos Pavimentos Intertravados

Para Knapton e Barber (1980), inicialmente quando se iniciou às pesquisas e estudos sobre os pavimentos intertravados – PI, as primeiras orientações eram em examinar a eficiência dos blocos de concreto em dissipar as cargas verticais aplicadas. Os resultados iniciais indicaram que o revestimento com blocos de concreto constitui um comportamento de pavimento com propriedades elásticas análogas às do pavimento flexível convencional.

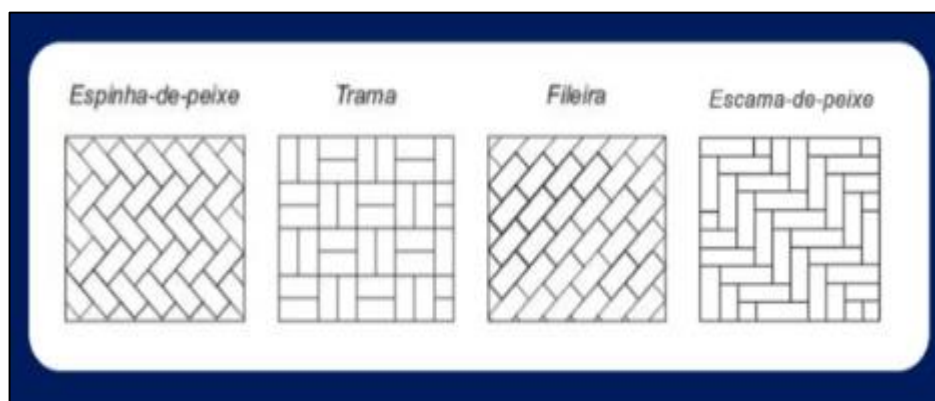
Embora inicialmente os argumentos que faziam comparações entre os pavimentos flexíveis com os pavimentos com blocos de concreto intertravados fossem primários, as observações feitas comprovaram tal conclusão, haja visto um pavimento com blocos de concreto com 80 mm de espessura assentado sobre camada de areia com 50 mm é equivalente a um material betuminoso de 160mm (Knapton e Barber (1980).

Balbo (2007) considera que não pode generalizar que os pavimentos intertravados são todos flexíveis, visto quando as camadas de base e sub-base forem mais flexíveis constituídas por materiais granulares. No entanto, ao se empregar bases cimentadas as camadas de base e sub-base, as respostas mecânicas tenderão a ter o comportamento de pavimento rígido diferentemente como define as normas ABNT NBR 9781 (2013) e NBR 15953 (2011), pois não pode ser classificado apenas em função do revestimento empregado.

Godinho (2009) mostra em seu trabalho que segundo Muller (2005) a camada de revestimento composta por blocos de concreto intertravados estabelece a condição de rolamento (conforto ao usuário), durabilidade do pavimento e contribui decisivamente para a função estrutural do pavimento (distribuição de tensões) por meio de suas características de intertravamento, além de suportar as tensões cisalhantes superficiais de contato das rodas dos veículos.

Hallack (1998) ainda coloca que a capacidade de distribuição dos esforços da camada de revestimento depende essencialmente de sua espessura, formato e arranjo. Pode-se dizer que a resistência à compressão individual das peças possui pouca influência neste aspecto. A figura 10, mostra os possíveis arranjos de assentamento dos blocos intertravados.

Figura 10 - Arranjos de assentamento dos blocos intertravados.



Fonte: HR premo (2025)

O ICPI (2003) aponta que o tipo de arranjo para a execução do assentamento definirá a aparência estética do pavimento intertravado e também na sua durabilidade. Assim, o órgão recomenda que em áreas de tráfego veicular se utilize o tipo de arranjo espinha-de-peixe por ele apresentar maiores níveis de intertravamento e consequente melhor desempenho estrutural. Para as áreas de calçadas, passeios, parques e jardins podem ser usados todos os arranjos mostrados na figura 10.

O desempenho do pavimento intertravado sujeito a tráfego veicular intenso, foi constatado que as deformações variam em função do arranjo de assentamento dos blocos. Usando blocos com 80 mm de espessura foi verificado que o arranjo espinha de peixe e o modelo retangular com 16 faces tendem apresentar menores valores para deformações permanentes quando comparados com os arranjos de trama e fileiras (Shachel, 1990).

Para Bezerra (2023), os pisos intertravados representam uma evolução notável na tecnologia de pavimentação, incorporando inovações que visam não apenas à

durabilidade e resistência, mas também à sustentabilidade e estética. A tecnologia empregada nesses pisos é multifacetada, envolvendo diferentes aspectos desde o processo de fabricação até a sua aplicação nas vias urbanas.

O processo de produção envolve técnicas avançadas para moldar os blocos de concreto intertravados. O concreto é dosado e misturado com precisão, e as peças são moldadas utilizando prensas hidráulicas, o que garante uniformidade nas dimensões e na resistência. A produção dos mesmos também pode se dar de forma mais simples utilizando formas apoiadas em uma mesa vibratória que compacta a mistura de concreto, garantindo uma textura uniforme e resistência adequada. Após a moldagem, os blocos são colocados ao sol para secar, completando o processo de fabricação de forma eficiente e acessível (Bezerra, 2023).

Bezerra (2023) ainda coloca o uso de pavimento intertravado como uma solução sustentável em áreas urbanas por apresentar características significativas quando se trata da permeabilidade possibilitando a infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial o que contribui para a redução de enchentes e alagamentos.

Observa-se que diante às vantagens apontadas, o emprego de peças pré-moldadas de concreto encontra na pavimentação, um fértil campo de aplicações, que complementa sua viabilidade técnica, econômica e sustentável.

4 METODOLOGIA

Segundo Oliveira (2011), a metodologia de pesquisa é, uma etapa importante para o desenvolvimento do projeto, pois confirma legitimidade ao estudo e dá a base essencial para atingir os objetivos e resultados propostos. Assim é crucial para fazer uma análise criteriosa da pesquisa científica e caracterizá-la de maneira adequada, seja exploratória, descritiva ou explicativa, bem como a escolha adequada do método, que poderá ser qualitativo, quantitativo ou misto.

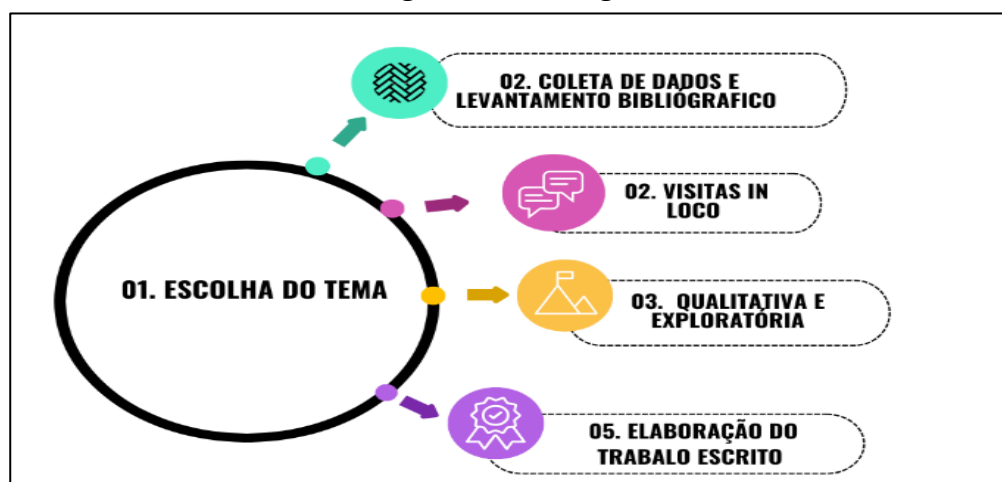
Deve-se observar na metodologia que pode ser abordado as variadas técnicas de coleta de dados, como por exemplo entrevistas, questionários, observações ou análise documental, que o mesmo implicará na validação dos dados e resultados do estudo.

Atualmente realização de serviços de pavimentação em um trecho que liga a comunidade rural do Jenipapeiro por periodicamente essa comunidade enfrentar problemas gerados durante o período das chuvas, comprometendo a mobilidade, a segurança e a durabilidade dessas vias, possibilitou a produção desta pesquisa.

A pesquisa se deu seguindo as etapas mencionadas a seguir: escolha do tema, coleta de dados e levantamento bibliográfico em publicações em periódicos e artigos científicos, monografias, dissertações, material cartográfico, internet, para fins de organização e aprofundamento do conhecimento. Em seguida, também foi realizada a etapa qualitativa do trabalho a partir de visitas in loco em que o ambiente foi a fonte de dados, de modo que o pesquisador teve contato direto com o ambiente para identificação da área de estudo, além de uma etapa exploratória que teve como alvo proporcionar mais informações sobre o assunto em discussão, possibilitando a definição das características do tráfego da pavimentação em estudo (Prodanov, Freitas, 2013).

Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido conforme o fluxograma a seguir pelas seguintes etapas, mostrado na figura 11.

Figura 11 - Fluxograma

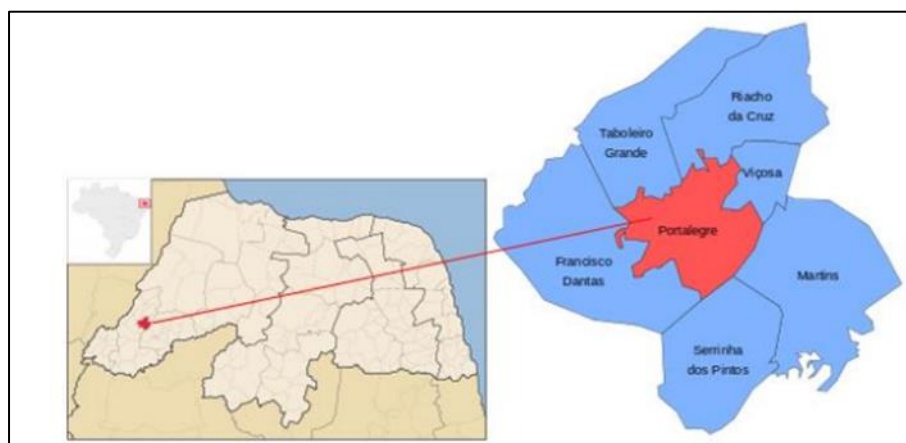


Fonte: Arquivo pessoal (2025).

4.1 Caracterização da Área de Estudo

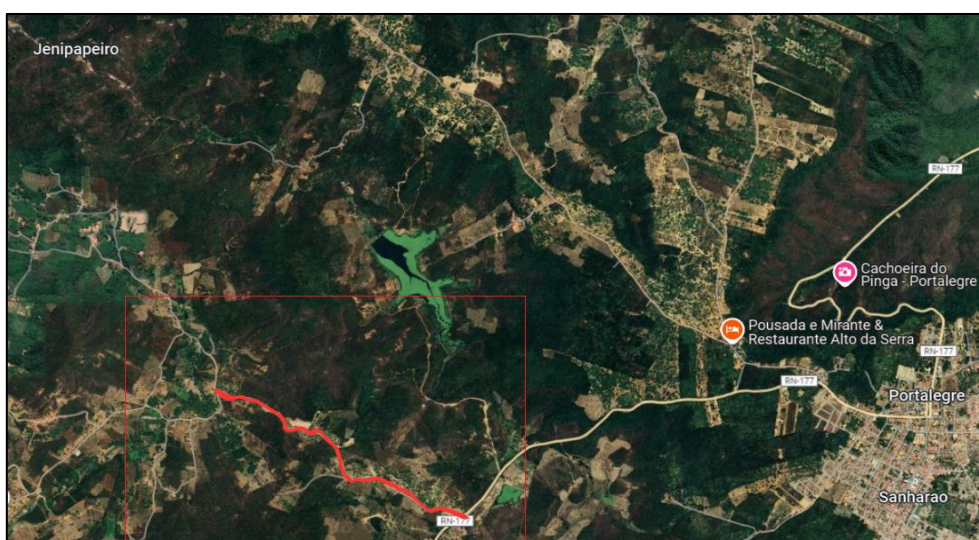
A pavimentação em estudo está localizada no Município de Portalegre, ligando a RN-177 a Comunidade Rural do Jenipapeiro no Município mencionado, no interior do Estado do Rio Grande do Norte, usada como objeto de estudo neste trabalho a fim de mostrar a viabilidade técnica e econômica de pavimentar estradas vicinais com blocos intertravados de concreto. A figura 12 mostra a localização de Portalegre no Estado do Rio Grande do Norte e cidades circo vizinhas e a figura 13 a demarcação da comunidade que estar recebendo a pavimentação.

Figura 12 - Localização de Portalegre no RN.



Fonte: pt.wikipedia.org. Adaptada pelo autor (2025).

Figura 13 - Mapa de caracterização da área de estudo



Fonte: Google Maps (2025).

Periodicamente, a Comunidade Rural do Jenipapeiro enfrenta problemas de desgaste da estrada vicinal pelas chuvas que dá acesso a todo o setor, comprometendo a qualidade da acessibilidade e segurança para população local. Contudo, a proposta de emprego desse pavimento intertravado pode se tornar uma alternativa interessante que traga resultados satisfatórios quando comparado com o revestimento asfáltico tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise Crítica da Pavimentação Executada

Nessa seção foi realizada uma análise crítica do pavimento em bloco de concreto intertravado, no que toca aos principais itens da execução da obra com informações retirada do referencial teórico, de imagens de situações coletadas em campo e especificações técnicas partir da empresa executora da obra. Também são apresentados dados de como são produzidos os blocos de concreto e garantias de qualidade a partir da empresa fornecedora do material, considerados necessário para o trabalho.

O projeto de tal pavimentação se deu com a necessidade de tornar melhor o acesso que liga as áreas rurais com às áreas urbanas, facilitando o escoamento da produção agrícola e promovem acesso a serviços básicos. Contudo, a ausência de pavimentação nessas vias acarreta uma série de problemas que impactam negativamente a qualidade de vida dos moradores e a economia local, o meio ambiente e qualidade de vida da população.

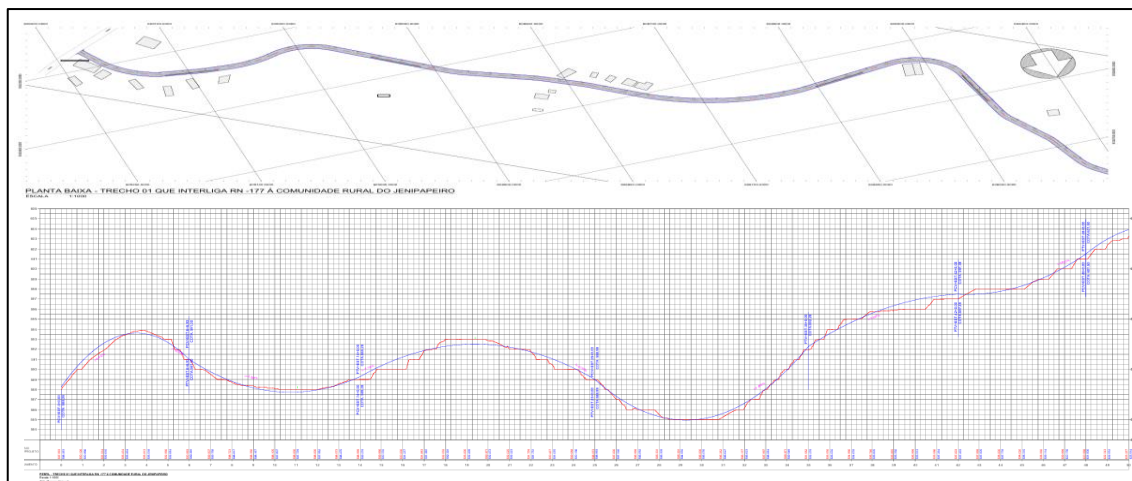
A obra da pavimentação da via em estudo é uma parceria do Município de Portalegre com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba- CODEVASF e Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MIDR, onde o projeto executado pela empresa executante Nabla Construções Ltda está de acordo em atender as necessidades de melhoria de tráfego da comunidade. O projeto conta com o estudo topográfico, dimensionamento das camadas de base, sub-base, drenagem e toda infraestrutura necessária antes da execução da camada de pavimento em bloco de concreto intertravado que irá receber.

5.2 Levantamento Topográfico

Os serviços topográficos consistiram em implantação de referência de nível, locação de eixo e bordas, nivelamento de cortes e de plataforma, assim como o acompanhamento de todo o processo executivo. A locação e nivelamento da obra foram implantados de forma tal que sua posição original não possa ser modificada, tomando-se para tantos gabaritos fixos e RN'S definidos, sem deslocamento até o final da obra. A locação foi feita pelo eixo, com a distância máxima entre as estacas de 20m. A figura 13, traz a planta baixa, perfil longitudinal e seção tipo dos trechos 01 da via pavimentada, já a figura 14 traz a planta baixa, perfil longitudinal e seção tipo do trecho 02 da via

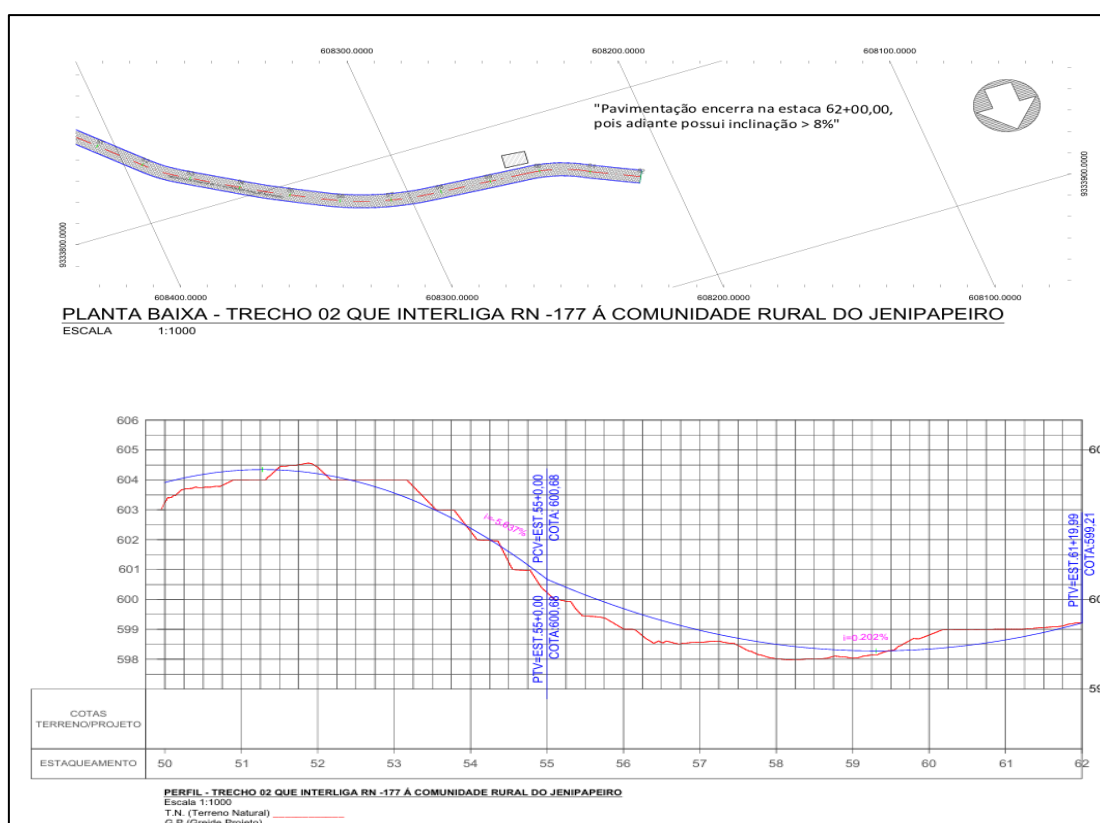
pavimentada.

Figura 14 - Trechos 01 da via pavimentada



Fonte: CODEVASF (2024)

Figura 15 - Trecho 2 da via pavimentada



Fonte: CODEVASF (2024)

Nessa fase da obra foi possível medir e mapear as características físicas do terreno, com o objetivo de representar com precisão suas dimensões, relevo, acidentes geográficos e outras particularidades como o acompanhamento do greide. O

levantamento realizado foi o planialtimétrico visto permitir tanto a medição das projeções horizontais quanto verticais para identificar as diferenças de alturas do relevo.

5.3 Dimensionamento das Camadas de Subleito, Base e Areia de Assentamento

5.3.1 Subleito

Esta seção se aplica à regularização do subleito da via a pavimentar, com a terraplenagem já concluída. A regularização é a operação destinada a conformar o leito da estrada, quando necessário, transversal e longitudinalmente, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura como recomendado no projeto, e sua operação será executada prévia e isoladamente da construção de outra camada do pavimento. O que exceder de 20 cm foi considerado como terraplenagem. A figura 14 a seguir mostra o início dos cortes promovendo a terraplenagem da camada após a fiscalização.

Figura 16 - Início da terraplenagem



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

A execução ocorreu de acordo com os perfis transversais e longitudinais indicados no projeto. Os materiais empregados na regularização do subleito foram os do próprio subleito.

Para o controle de qualidade dos materiais, é colocado no projeto que no caso de substituição ou adição de material, estes deverão ser provenientes de ocorrências de materiais previamente estudados e aprovados pela fiscalização, tendo um diâmetro máximo de partícula igual ou inferior a 76 mm, um índice de suporte Califórnia, determinado pelo método do DNER, igual ou superior ao do material considerado, no dimensionamento do pavimento, como representativo do trecho que necessite de substituição com expansão inferior a 2%.

Na figura 15 a seguir são indicados alguns dos equipamentos utilizados para

execução da regularização: motoniveladora pesada com escarificador, rolos compactadores tipo liso vibratório e pneumático.

Figura 17 - Equipamentos



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

O controle tecnológico de execução foi procedido de ensaios como:

- Determinação de massa específica aparente, “in situ”, com espaçamento determinado em função da extensão da via ou a critério da fiscalização, nos pontos onde foram coletadas as amostras para os ensaios de compactação;
- Uma determinação do teor de umidade, com espaçamento determinado em função da extensão da via ou a critério da fiscalização, imediatamente antes da compactação;
- Um ensaio do índice de suporte Califórnia, com a energia de compactação do método DNER-ME 47-64, com espaçamento determinado em função da extensão da via ou a critério da fiscalização, no mínimo, um ensaio cada dois dias;
- Ensaios de caracterização (limite de liquidez, limite de plasticidade e granulométrica, seguindo os métodos DNER), com espaçamento determinado em função da extensão da via ou a critério da fiscalização no mínimo, um ensaio a cada dois dias.
- Um ensaio de compactação, segundo o método do DNER, para determinação da massa específica aparente, seca, máxima, com espaçamento determinado em função da extensão da via ou a critério da fiscalização, com amostras coletadas em pontos obedecendo sempre à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, bordo direito a 60 cm do bordo.

5.3.2 Base

A camada de base é destinada a resistir e distribuir os esforços verticais oriundos dos veículos e sobre a qual recebe a camada de assentamento do revestimento.

A preparação da camada de base se deu com a mistura de bases granulares (brita)

e solo em proporções indicadas em projeto. A execução compreende as operações de espalhamento, mistura e pulverização, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista, devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após a compactação, atingir a espessura projetada. O espalhamento da brita sobre a camada de solo gradeado foi feito como mostra a figura 17, a seguir.

Figura 18 - Espalhamento da brita



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

Os equipamentos utilizados na execução da camada de base foram além da motoniveladora pesada com escarificador, rolo liso vibratório e pneumático, foram utilizados trator de pneus, caminhão-tanque distribuidor de água, grade de disco e caminhão basculante.

5.3.3 Contenção Lateral

A contenção lateral ou meio fio de concreto fora executado “in loco”, utilizando formas metálicas com as dimensões de 2,00 x 0,40 x 0,15m (comprimento x altura x largura), tem um papel importante de fazer o confinamento das camadas de assentamento e revestimento. Outra função da contenção lateral neste projeto, é que está servira de apoio para as guias e sarjetas conforme descrito em projeto visando o controle das águas pluviais. Foram efetuados frisos que serviram de juntas de dilatação. O trecho mostrado na figura 17 a seguir, mostra o meio fio com o friso mencionado.

Figura 19 - Meio fio com o friso mencionado



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

A camada de apoio sobre a qual foi executada as guias e sarjetas extrusadas foram previamente preparadas e acabadas com motoniveladora, sendo isenta de materiais orgânicos, sem quaisquer problemas de infiltrações d'água, com grau de compactação conforme o ensaio de Proctor intermediário. Após a extrusão, antes do endurecimento do concreto, as superfícies foram alisadas com desempenadeiras e o perfil resultante, apresenta perfeita concordância com as modificações de direção e curvas. O serviço de rebaixamento das guias em locais tipo entrada de veículos, foram executados antes da cura do concreto, para permitir um bom acabamento.

5.3.4 Camada de Assentamento

A camada de assentamento foi executada sobre a base previamente dimensionada pelo Método do DNIT, com projetos disponíveis em campo pela equipe técnica da empresa executante. A areia foi disposta sobre o leito da via por caminhões basculantes a uma distância de espalhamento de areia de assentamento maior que um metro e meio, e quando essa distância era maior a areia era transportada com carrinhos até a frente de trabalho, onde era espalhada com enxadas e nivelada utilizando as mestras e réguas metálicas. O procedimento estava de acordo com o esperado e a figura 18 mostra o espalhamento e nivelamento da areia de assentamento.

Figura 20 - Espalhamento e nivelamento da areia de assentamento



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

A espessura da camada medida em campo deve ser uniforme e constante, com espessura de 5 cm, com variação de mais ou menos 2 cm na condição não compactada, ou conforme especificação de projeto, estando dentro do esperado pelas definições da NBR 15953/2011. Os dados do ensaio granulométrico mostraram que a areia se encontrava dentro dos padrões indicados na bibliografia.

5.3.5 Camada de Revestimento

Os blocos utilizados na obra eram do tipo Unistein ou mais comumente 16 faces, indicados para vias com trânsito mais intenso e foram fornecidos pela empresa Oeste Verde Pré-Moldados. A resistência dos blocos usados era 35 MPa, sendo aceitos pela empresa executante no recebimento do material.

Os testes de resistência dos blocos foram realizados na empresa fornecedora dos mesmos e em canteiro somente é recebido o certificado de realização dos testes pela empresa executante. O transporte de blocos até o canteiro é feito de maneira correta, através de unidades paletizadas e retirada do caminhão de transporte por retroescavadeira com braço hidráulico apropriado para o serviço. O assentamento dos blocos foi realizado de forma manual pela equipe de trabalho. Os blocos foram assentados na areia de assentamento conforme a padrão espinha de peixe, definido em projeto. Tendo espaçadores incorporados na peça, facilitando o trabalho para os operários.

A mesma equipe fazia o nivelamento e alinhamento antes da colocação dos blocos, realizava o assentamento, de forma a garantir a qualidade dos serviços. A figura 19, apresenta o assentamento dos blocos na areia de assentamento.

Figura 21 - Assentamento dos blocos na areia



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

5.3.6 Rejuntamento

O Rejuntamento foi executado com materiais pétreos granulares (pó de brita) e deve cumprir as seguintes especificações:

- a) O material de rejuntamento deve cumprir as especificações da ABNT NBR 7211 quanto à presença de torrões de argila, materiais triáveis e impurezas orgânicas;
- b) Ser aplicado em juntas com espessura de 2 mm a 5 mm entre as peças de concreto.
- c) Casos específicos como trechos em curva, devem ser definidos em projeto.

Recomenda-se que o material de rejuntamento esteja seco no momento da aplicação, para facilitar o preenchimento das juntas, e que a distribuição granulométrica atenda ao disposto em norma. O rejuntamento foi feito com pó de brita foi espalhado utilizando rodos de madeira e vassouras sobre o pavimento.

O processo de varrição também foi de acordo com o esperado e não houve varrição excessiva nem acúmulo de pó de brita, buscando completar todos as juntas inteiramente e que houvesse um pouco de excesso de pó de brita somente para varrição complementar após compactação final. A figura 20, apresenta o espalhamento e varrição do pó de brita de rejuntamento sobre o pavimento para entrada nas juntas e completo intertravamento dos blocos.

Figura 22 - Apresenta o espalhamento e varrição do pó de brita



Fonte: Arquivo pessoal (2024)

5.4 Fornecimento dos Blocos

Os blocos de concreto tipo Unistein (16 faces), foram fornecidos pela Empresa Oeste Verde Pré-Moldados, com sede na Rua Cicero Gadê, Bairro Nova Betânia e fábrica localizada no Distrito Industrial, na comunidade Barrinha, no município de Mossoró, atua na produção de blocos, pisos intertravados e vários outros artefatos de concreto, atendendo todo o estado do Rio Grande do Norte e estados vizinhos. A empresa tem como princípios fundamentais a garantia de qualidade de seus produtos e a excelência no atendimento a seus clientes. A figura 2, mostra uma imagem da sede e fábrica da Oeste Verde Pré-Moldados fornecedora dos blocos de concreto.

Figura 23 - Sede e fábrica da Oeste Verde Pré-Moldados



Fonte: Google Earth (2025)

A Oeste Verde hoje tem uma capacidade técnica de produção hoje de até 2.000m² de piso intertravado por dia, sendo uma das maiores produções do Nordeste e até mesmo do Brasil, conta com um maquinário de alta tecnologia que permite alta produtividade com uma excelente qualidade. As matérias primas utilizadas são de

excelente qualidade e rigorosamente testadas em laboratório, de acordo com as normas técnicas vigentes. O controle de qualidade é rigoroso e se inicia desde o recebimento dos agregados, onde quando recebidos passam por teste para manter um padrão de qualidade pelo ensaio de granulometria por peneiras, que é um método simples e eficaz para determinar a distribuição do tamanho das partículas. A figura 21, mostra o ensaio de granulometria.

Figura 24 - Ensaio de granulometria



Fonte: Oeste verde (2025)

A primeira etapa dos testes de qualidade dos blocos segue repetidamente de forma manual ao longo do dia, para verificar se estão saindo da prensa hidráulica com alguma imperfeição ou falha de prensagem do equipamento. A segunda etapa é realizada a pesagem e a medição da espessura do bloco, isso pegando blocos de forma aleatória no decorrer da produção, conferindo se está dentro do controle de qualidade estipulado pela empresa e normas regulamentadora. Já na terceira etapa, é feito o teste de resistência a compressão e, para isso são utilizados os blocos produzidos à sete (7) dias atrás. As inspeções são feitas regularmente desde que os blocos saem da prensa hidráulica como mostra figura23, a seguir.

Figura 25 - Inspeções



Fonte: Oeste verde (2025)

O bloco é colocado na prensa hidráulica que mede a pressão exercida sobre o bloco, para que dessa forma possa calcular a resistência em Mpa. A resistência obtida nos primeiros sete dias de cura deve atingir 80% de resistência, e nos trinta dias deve atingir 100% de capacidade de carga suportada pelo bloco. No estudo, a espessura do bloco é de 8 cm e sua capacidade de suporte de carga é de 35 Mpa, recomendado para estacionamentos comerciais, industriais e vias públicas com tráfego regular de veículos pesados, incluindo caminhões e ônibus. A figura 24, a seguir mostra a colocação do bloco na prensa hidráulica.

Figura 26 - Colocação do bloco na prensa hidráulica



Fonte: Oeste verde (2025)

5.5 Viabilidade Técnica e Econômica

5.5.1 Avaliação da Funcionalidade

O desempenho estrutural depende de todo processo executivo. Visto que o desenvolvimento e execução de todas as camadas ocorreram conforme está previsto em projeto com aplicação dos blocos tipo Unistein (16 faces) com caga prevista de 35 Mpa, essa resistência de suporte de carga é garantida pela empresa fornecedora dos blocos, para um tráfego leve ou moderado, como é classificado o do setor onde está localizada a pavimentação, o pavimento apresenta capacidade estrutural suficiente para resistir às ações de tráfego e quaisquer outras formas de utilização. Ao longo de todo trecho pavimentado, a estabilidade e assentamento dos blocos se apresentam de forma regular, não apresentando deformações permanentes que aponte falha no subleito e base que apresente recalques, afundamentos ou deslocamentos aparentes dos blocos, podendo ser observado na figura 25.

Figura 27 - Assentamento regular dos blocos



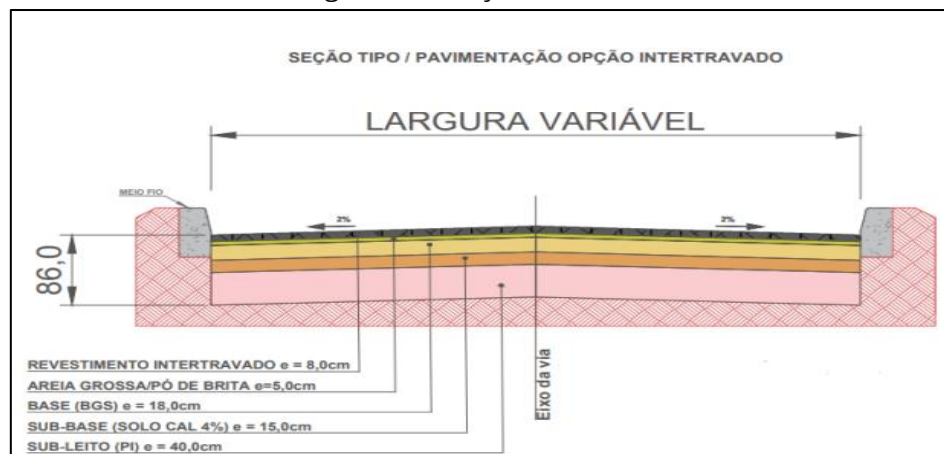
Fonte: Arquivo pessoal (2025)

A regularidade superficial no que toca a planicidade e aderência está dentro do planejado, visto não apresentar desníveis, ressaltos ou ondulações que comprometem o conforto e a segurança dos usuários, como também a aderência por os blocos utilizados apresentarem rugosidade suficiente para garantir o atrito entre o pneu e a superfície de rolamento evitando os escorregamentos.

A drenagem das águas pluviais é facilitada devido a permeabilidade dos blocos e juntas entre blocos que propicia uma desaceleração da chegada da água no sistema de drenagem. A seção transversal apresenta inclinação mínima de 2% a fim de que o

escoamento das águas pluviais seja direcionado para as sarjetas de captações implantadas ao longo de todo o trecho e direcionadas para as valetas de proteção dos aterros. As imagens a seguir trazem a representação da seção transversal da via pavimentada figura 26 e 27, e sarjeta com valeta de proteção dos aterros.

Figura 28 - Seção transversal



Fonte: Projeto Básico – SODF (2023)

Figura 29 - Sarjeta com valeta de proteção dos aterros.



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

A durabilidade é mais um critério considerado no projeto pela capacidade do pavimento em manter suas propriedades funcionais, estruturais e estéticas ao longo do tempo, mesmo quando exposto a diferentes condições de uso e condições ambientais severas. Para manter a durabilidade dos pavimentos intertravados, deve-se atender a capacidade de manter o desempenho funcional e estrutural ao longo do tempo, mesmo sob a ação de cargas, intempéries e agentes agressivos. Depende também da qualidade dos blocos de concreto, da correta execução do pavimento, do dimensionamento das camadas de suporte e de uma manutenção preventiva prolonga a vida útil.

5.5.2 Economia

A facilidade de manutenção foi um critério importante na tomada de decisão na escolha do tipo de pavimentação implantada na via. Levando-se em conta que haja desgaste de uma ou mais peças de revestimento, ou de defeito que passam surgir nas camadas de base, em caso de danos localizados, os blocos possam ser facilmente removidos e substituídos sem a necessidade de quebrar ou refazer grandes áreas do pavimento, como ocorre em pavimentos rígidos (concreto moldado in loco) ou flexíveis (asfalto). Além disso, o reaproveitamento dos blocos originais é comum, o que reduz custos e desperdício de material. A reposição de areia das juntas ou o reassentamento de blocos desnivelados são serviços rápidos, que não exigem grandes equipamentos e podem ser realizados com o pavimento ainda em uso parcial.

A economia na iluminação pública é afetada positivamente, pôr ser uma característica do pavimento intertravado, a capacidade de reflexão da luz em até 30% se comparado ao pavimento asfáltico. A coloração clara faz ainda com que o pavimento absorva menos calor, possibilitando maior conforto térmico aos usuários e reduzindo o efeito de ilhas de calor.

5.5.3 Sustentabilidade

A sustentabilidade é um critério envolvido na avaliação da funcionalidade dos pavimentos intertravados e se associa diretamente com os impactos ambientais. Com a utilização de materiais que reduzem os impactos ambientais durante a instalação e a capacidade do pavimento de contribuir para o controle de águas pluviais, foi possível permitir a execução de um pavimento que drene as águas das chuvas e infiltre no solo de forma natural, visto que os pisos intertravados contribuem para a recarga dos lençóis freáticos e para a conservação dos recursos hídricos.

A capacidade de refletir menos calor comparado aos revestimentos asfálticos, o desempenho na redução do efeito ilha de calor é resultado avaliado na tomada de decisão de escolha pelo pavimento intertravado. Essa característica é relevante visto que o excesso de superfícies pavimentadas e a falta de áreas verdes contribuem para o aumento das temperaturas locais. Ao absorver menos calor e permitir a infiltração da água no solo, os pisos intertravados ajudam a moderar as temperaturas e a criar ambientes com temperaturas amenas, o que torna uma escolha sustentável e eficaz para projetos de

pavimentação das estradas vicinais.

6 CONCLUSÃO

Diante da análise dos aspectos técnicos e econômicos realizados neste trabalho, conclui-se que os pavimentos intertravados de concreto representam uma solução eficiente e viável para estradas vicinais, especialmente em regiões rurais e áreas de tráfego de nível moderado. Do ponto de vista técnico, esse pavimento oferece boa resistência mecânica, capacidade de adaptação ao terreno e facilidade de transporte superficial, contribuindo para a durabilidade e o desempenho funcional da via.

Dessa forma, pode-se destacar que os objetivos gerais e específicos foram atendidos. A possibilidade de acompanhar a execução de uma pavimentação em blocos de concreto intertravado na prática, desde a fundação até a aplicação do revestimento, permitiu observar que o processo executivo ocorre conforme descrito nas bibliografias científicas, comprovando que este tipo de pavimento se apresenta como solução técnica e econômica para estradas vicinais com tráfego leve ou moderado, podendo ainda ser estudado a viabilidade de se aplicar em vias maiores e que atenda o tráfego de veículos pesados como (caminhões e ônibus).

Embora o custo inicial de implantação dessa infraestrutura seja geralmente superior ao pavimento asfáltico, a escolha pela pavimentação intertravada foi justificada pela sua capacidade de permitir manutenções rápidas, localizadas e de baixo custo, sem necessidade de grandes intervenções ou paralisações prolongadas de tráfego. Além disso, apresenta uma vida útil maior em comparação com o pavimento asfáltico, resultando em um custo-benefício mais atraente.

Os benefícios ambientais desse tipo de pavimentação também são significativos. Sua permeabilidade contribui para o controle das águas pluviais, permitindo a infiltração da água no solo e, conseqüentemente, o reabastecimento do lençol freático, além de minimizar processos erosivos nas margens das estradas. Além disso, sua implantação causa menor impacto ambiental, pois requer menos cimento em comparação com placas contínuas de concreto e evita o uso de materiais betuminosos, que são considerados prejudiciais. Os blocos intertravados também podem ser reciclados e gerar menos poeiras e sedimentos durante sua instalação.

Portanto, os pavimentos intertravados se mostram uma alternativa técnica eficaz e economicamente vantajosa para a melhoria da infraestrutura das estradas vicinais, promovendo maior segurança, conforto e acesso permanente, além de contribuir para o desenvolvimento social e econômico da comunidade atendida.

REFERÊNCIAS

APPLICATION guide for interlocking concrete pavements, ICPI Tech Spec nº 10, Chantilly, 2012.

ADMINISTRADOR. (2017). A História do Paver: **O pavimento intertravado pelo mundo**. Fonte: Tetracon: <https://tetraconind.com.br/blog/a-historia-do-paver-o-pavimento-intertravado-pelo-mundo/>.

ANDRADE junior, Pedro Roberto de; REIS, Elton Aparecido Prado dos. **PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE O PAVIMENTO FLEXÍVEL E O PAVIMENTO RÍGIDO**. [s. l], v. 14, n. 14, p. 1-2, 2018.

ARAÚJO, M. A., et al. **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento, v. 10, n. 11, p. 187-196, 2016. Disponível em <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-de-pavimentacao>. Acesso em 20 de jan. 2021.

ASTM E 965 – **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS**. Standard test method for measuring pavement macrotexture depth using a volumetric technique. USA, 2006.

BALBO, J T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projetos e restauração, Oficina de Textos**. São Paulo, 2007.

BALBO, J. T. **Pavimentos de concreto**. São Paulo: oficina de textos, 2009.

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

Barbosa –, E. S., Barbosa, F. G., & Bassi, V. B. (2021). **PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO: COMPARATIVO DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO NA OBRA CLPA 02 EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA**. Fonte: Anima Educação: [file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Desktop/Artigo%20-%20Pavimenta%C3%A7%C3%A3o%20Intertravada%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Desktop/Artigo%20-%20Pavimenta%C3%A7%C3%A3o%20Intertravada%20(1).pdf).

BARBOSA, Eduardo Samuel da Costa; BARBOSA, Flávio Gabriel Romani; BASSI, Viviane Barbosa. **PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO: COMPARATIVO DE DIMENSIONAMENTO DO PAVIMENTO NA OBRA CLPA 02 EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS LTDA**. Repositório Universitário da Ânima (Runa), p. 1-39, 15 dez. 2021.

BERNUCCI, L. B., et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro, RJ. 2008.

BERNUCCI, Liedi B.; MOTTA, Laura M. G.; CERATTI, Jorge A. P.; SOARES, Jorge B. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA – FORMAÇÃO BÁSICA PARA ENGENHEIROS**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, Imprinta, 2010.

BEZERRA, Henrique Almeida. **UTILIZAÇÃO DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO NA PAVIMENTAÇÃO DE VIAS URBANAS. ESTUDO DE CASO: FORTALEZA – CE E IRACEMA - CE**. 2023. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2023.

Brasil. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ., 719).

BRASILIA. CNT. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? 2017**. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisas>.

BRICKA, Sistemas Construtivos, “**Manual da Pavimentação**”. Disponível em: <http://www.bricka.com.br/downloads/pavers.pdf>. Acesso em: 16 dezembro 2008.

Concreto, J. B. (2016). **Pisos Intertravados de Concreto**. Fonte: JB Blocos de Concreto: <https://www.jbblocos.com.br/categoria/pisos-intertravados-de-concreto>.

Construções, P. E. (2019). **Pisos drenantes**. Fonte: Padrão Engenharia e Construções: <https://www.padraoengenharia ltda.com.br/cherry-services/pisos-drenantes/>.

COSTA, Jochezan da Silva. **Análise Comparativa de Alternativas para Pavimentação de Rodovias: Pavimento Flexível x Pavimento Rígido**. 2013. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

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. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

Dutra, H. (2023). Ruas de Asfalto ou Concreto? Conheça as vantagens e desvantagens. Fonte: Sienge: <https://www.sienge.com.br/blog/ruas-de-asfalto-ou-concreto/>.

Engenharia, P. (2018). **Descubra o que é Pavimento Ecológico com a P. A. PEREIRA!** Fonte: Pereira Engenharia: <https://papereira.com.br/sabe-o-que-e-pavimento-ecologico/>.

FILHO, José Moacir de Mendonça; ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. **Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, junho de 2018. ISSN: 2448-0959.

FIORITI, Cesar Fabiano; INO, Akemi; AKASAKI, Jorge Luís. **Avaliação de blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 43–54, out./dez. 2007.

GODINHO, Dalter P. **Pavimento Intertravado: uma reflexão sob a ótica da durabilidade e sustentabilidade.** 2009, 158 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

GUIMARÃES, G. L. N. **Estudo comparativo entre a pavimentação flexível e rígida – Monografia – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade da Amazônia,** 2011.

HALLACK, Abdo, (1998). “**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, 116 p.

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

Interlocking Concrete Pavement Institute. **Structural Design of Interlocking Concrete Pavement for Roads and Parking Lots.** Tech Spec N° 4. Washington. USA, 2003.
Itaim. (2017). BLOQUETE: O QUE É, TAMANHO, PRINCIPAIS TIPOS E MUITO MAIS! Fonte: Blocos e lajes Itaim: <https://lajesitaim.com.br/blog/bloquete-o-que-e-tamanho-principais-tipos-e-muito-mais/>.

KNAPTON, J., (1996) “Romans and their Roads – **The Original Small Element Pavement Technologists**”, Fifth International Concrete Block Paving Conference, pp. 17-52, Tel-Aviv, Israel, June, 1996.

MACIEL, Anderson Brum. **Dossiê Técnico - Pavimentos Intertravados.** Santa Rosa: SENAI, Virgílio Lunardi, 2007.

MAIA, I. M. C. **Caraterização De Patologias Em Pavimentos Rodoviários**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Vias de Comunicação, Universidade do Porto, Porto, 2012.

MARTINS, Vinícius Simões; A. NETO, Samuel Cavalcanti de. **PAVIMENTAÇÃO EM BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADOS**. 2016. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

NBR 9781:2013. **Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. pavimentação. 2004. 296 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil).

OLIVEIRA NETO, José Jackes de et al. **USO DE PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADO DE CONCRETO: ESTUDOS DE CASO DE OBRAS EM PERNAMBUCO**. 2022. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Graduação em Engenharia Civil, Centro Universitário Brasileiro - Unibra, Recife, 2022.

Oliveira, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração / Maxwell Ferreira de Oliveira**. -- Catalão: UFG, 2011. 72 p.: il.

PAGE, G. K. **Interlocking concrete bloco production on small pallet concret blocks machine**. Third International Workshop on Concret Block Paving, Cartagena de Indias, Colômbia, May 1998.

Pereira, C. (2019). **Piso Intertravado: O que é, principais tipos, vantagens e desvantagens**. Fonte: Escola Engenharia: https://www.escolaengenharia.com.br/piso-intertravado/#google_vignette.

PR, Prefeitura de Mercedes-. **Retomada a obra de recapeamento na estrada Mercedes/Guaçu**. 2023. Disponível em: <https://www.mercedes.pr.gov.br/noticia.php?id=5206>. Acesso em: 26 fev. 2025.

PREFEITURA de Itabuna avança com **obras de pavimentação asfáltica no Jardim Jaçanã**. 2024. Disponível em: <https://itabuna.ba.gov.br/2024/01/05/prefeitura-de-itabuna-avanca-com-obras-de-pavimentacao-asfaltica-no-jardim-jacana/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 2ª ed. ampl. São Paulo: Editora Pini, 2007.

SHACKEL, B. **The design of interlocking concrete block pavements for road traffic**,

First International Conference on Concrete Block Paving. Newcastle, 1980.

SILVA, Cláudio Oliveira. SISTEMA DE PISO COM PEÇAS DE CONCRETO PAVIMENTO INTERTRAVADO. São Paulo: **Associação Brasileira de Cimento Portland - Abcp: Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto - Blocobrasil**, 2022. 28 p.

SILVA, F. M. **Dimensionamento de pavimentos rígidos para corredores de ônibus, considerando diferentes níveis de tráfego.** 2018. 67 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Fundação Carmelitana Mário Palmério, Monte Carmelo, 2018.

SILVA, L. M. T. R. da; ALBUQUERQUE, C. L. M. L. de. Patologias em pavimentos de concreto simples. 2017. 45 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2017.

SILVA, Michael dos Santos; GACHET, Luísa Andréia. **COMPARAÇÃO ENTRE OS PAVIMENTOS RÍGIDO (Concreto) E O FLEXÍVEL (Asfalto) COM FOCO NA DURABILIDADE E VIABILIDADE ECONÔMICA.** XXX Congresso de Iniciação Científica da Unicamp, 2022.