



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

RUI ANDERSON ALCÂNTARA PORTELA DE OLIVEIRA

**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA
PAVIMENTO INTERTRAVADO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL: ESTUDO DE
CASO.**

BELÉM – PA
2026

RUI ANDERSON ALCÂNTARA PORTELA DE OLIVEIRA

**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA
PAVIMENTO INTERTRAVADO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL: ESTUDO DE
CASO.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito parcial para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Civil, pela Universidade
Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Renato Martins das Neves

RUI ANDERSON ALCÂNTARA PORTELA DE OLIVEIRA

**RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA
PAVIMENTO INTERTRAVADO EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL: ESTUDO DE
CASO.**

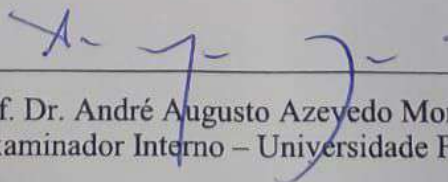
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito parcial para obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Civil, pela Universidade
Federal do Pará.

Data de Aprovação: 03 de MARÇO de 2026.

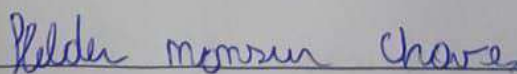
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Renato Martins das Neves
Orientador – Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. André Augusto Azevedo Montenegro Duarte
Examinador Interno – Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Helder Mansur Chaves
Examinador Interno – Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho à minha esposa e à minha filha, fontes permanentes de amor e motivação, que estiveram ao meu lado durante toda esta caminhada, transformando os momentos de dificuldade em força para seguir adiante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por conceder-me saúde, perseverança e discernimento ao longo desta caminhada acadêmica.

À minha família, em especial à minha esposa e à minha filha, pelo amor, apoio e compreensão nos momentos de maior dedicação aos estudos, sendo base sólida e indispensável para a concretização desta conquista.

Ao meu orientador, professor doutor Renato Martins das Neves, pela orientação segura, pela confiança depositada e pelo acompanhamento ao longo do desenvolvimento deste trabalho, bem como ao professor doutor Helder Mansur Chaves, pelas valiosas contribuições técnicas que contribuíram para o aprimoramento e a qualidade desta pesquisa.

À Universidade Federal do Pará (UFPA) e aos professores do curso de Engenharia Civil, pela formação acadêmica e pelos conhecimentos que fundamentaram esta trajetória. De modo especial, à senhora Ailda Brasil Araújo, servidora da Faculdade de Engenharia Civil, pelas orientações, atenção e incentivos ao longo deste percurso acadêmico.

Aos colegas da Secretaria de Estado de Saúde Pública (SESPA), instituição na qual exerço minhas atividades profissionais, pelo apoio, incentivo e compreensão demonstrados durante este processo.

Por fim, registro minha sincera gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"Quem observa o vento nunca plantará, e quem
olha para as nuvens nunca colherá"
(Eclesiastes 11:4)

RESUMO

O pavimento intertravado de concreto foi amplamente utilizado em áreas urbanas, especialmente em condomínios residenciais, em razão de suas características estruturais, funcionais e ambientais, além da possibilidade de manutenção localizada ao longo da vida útil. Este trabalho teve como objetivo analisar o desempenho e as práticas de manutenção do pavimento intertravado aplicado a um condomínio residencial, por meio de estudo de caso realizado no município de Ananindeua-PA.

A pesquisa caracterizou-se como estudo de caso único, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica direcionada, análise das normas técnicas aplicáveis e investigação in loco. Os procedimentos metodológicos incluíram a caracterização do empreendimento, entrevista semiestruturada com a administração condominial, visita técnica, levantamento fotográfico das áreas pavimentadas e análise das condições de uso e conservação do sistema.

Os resultados indicaram que o pavimento apresentou desempenho estrutural global satisfatório para as condições de tráfego leve a moderado observadas, mantendo estabilidade e funcionalidade compatíveis com o uso residencial. As manifestações identificadas, como perda de material de rejuntamento, presença de vegetação nas juntas e desníveis localizados, associaram-se predominantemente à ausência de rotina sistemática de manutenção preventiva, não configurando falhas estruturais generalizadas.

Concluiu-se que o pavimento intertravado constituiu solução tecnicamente viável para condomínios residenciais, desde que associado à implementação contínua de práticas estruturadas de manutenção preventiva, essenciais para a preservação do desempenho estrutural, funcional e ambiental ao longo do tempo.

Palavras-chave: pavimento intertravado; manutenção preventiva; desempenho estrutural; drenagem urbana; condomínio residencial.

ABSTRACT

Interlocking concrete pavement has been widely used in urban areas, especially in residential condominiums, due to its structural, functional, and environmental characteristics, as well as the possibility of localized maintenance throughout its service life. This study aimed to analyze the performance and maintenance practices of interlocking concrete pavement applied to a residential condominium through a case study conducted in the municipality of Ananindeua-PA, Brazil.

The research was characterized as a single case study of exploratory and descriptive nature, with a qualitative approach, based on a directed literature review, analysis of applicable technical standards, and in situ investigation. The methodological procedures included the characterization of the development, a semi-structured interview with the condominium administration, a technical visit, photographic survey of the paved areas, and analysis of the system's usage and conservation conditions.

The results indicated that the pavement presented satisfactory overall structural performance for the observed light to moderate traffic conditions, maintaining stability and functionality compatible with residential use. The identified manifestations, such as loss of jointing material, presence of vegetation in the joints, and localized unevenness, were predominantly associated with the absence of a systematic preventive maintenance routine and did not represent generalized structural failures.

It was concluded that interlocking concrete pavement constituted a technically viable solution for residential condominiums, provided that it was associated with the continuous implementation of structured preventive maintenance practices, which are essential for preserving structural, functional, and environmental performance over time.

Keywords: interlocking pavement; preventive maintenance; structural performance; urban drainage; residential condominium.

LISTA DE SIGLAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

EN – European Standard

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICPI – Interlocking Concrete Pavement Institute

MPa – Megapascal

NBR – Norma Brasileira

ONU-HABITAT – Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos

SPT – Standard Penetration Test

UFPA – Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Delimitação da Pesquisa	13
1.2 Justificativa	14
1.3 Problema de Pesquisa	15
1.4 Objetivos	15
1.4.1 Objetivo Geral	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Pavimentação Urbana em Áreas Residenciais	17
2.2 Classificação dos Pavimentos	18
2.2.1 Pavimento Flexível	19
2.2.2 Pavimento Rígido.....	21
2.2.3 Pavimento Intertravado	22
2.2.3.1 Definição	24
2.2.3.2 Histórico e Evolução	24
2.2.3.3 Tipos de Blocos de Concreto	25
2.2.3.4 Materiais Constituintes do Pavimento Intertravado	27
2.3 Estrutura do Pavimento Intertravado	27
2.3.1 Subleito.....	29
2.3.2 Sub-base	29
2.3.3 Base Granular	30
2.3.4 Camada de Assentamento.....	30
2.3.5 Blocos de Concreto (Revestimento Superficial).....	31
2.3.6 Material de Rejuntamento	32
2.3.7 Confinamento Lateral.....	33
2.4 Normas Técnicas Aplicáveis	34
2.5 Considerações Finais da Fundamentação Teórica	35
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 Critérios de Análise	38
3.2 Caracterização do Condomínio Estudado	39
3.3 Contato com a Administração do Condomínio	42
3.4 Entrevista com a Administração do Condomínio	42

3.5 Visita in loco e Procedimentos de Análise	43
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DIAGNÓSTICO DO PAVIMENTO INTERTRAVIDO.....	46
4.1 Caracterização das Áreas Pavimentadas	46
4.1.1 Vias Internas	46
4.1.2 Estacionamentos	47
4.1.3 Áreas de Circulação de Pedestres	49
4.2 Manifestações Patológicas Observadas	49
4.2.1 Desgaste Superficial.....	49
4.2.2 Desníveis e Irregularidades	50
4.2.3 Perda de Material de Rejuntamento	51
4.2.4 Presença de Vegetação nas Juntas.....	53
4.3 Condições de Drenagem Observadas	54
4.4 Avaliação Global do Estado de Conservação	56
5 RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO PAVIMENTO INTERTRAVIDO NO CONDOMÍNIO OBJETO DE ESTUDO.....	58
5.1 Implantação de Rotina Sistemática de Manutenção Preventiva	58
5.2 Procedimentos Técnicos de Manutenção Preventiva	58
5.2.1 Limpeza Superficial	58
5.2.2 Controle de Vegetação.....	59
5.2.3 Reposição da Areia de Rejuntamento	59
5.2.4 Correção de Desníveis Localizados	59
5.2.5 Padronização das Intervenções	59
5.3 Ferramentas de Apoio à Gestão Condominial	60
5.3.1 Capacitação da Administração.....	60
5.3.2 Rotina Estruturada de Manutenção	60
5.4 Produto Técnico Desenvolvido.....	62
6 CONCLUSÃO.....	63
6.1 Recomendações para Trabalhos Futuros.....	64
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICES.....	66

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização no Brasil tem se intensificado de forma significativa nas últimas décadas, impulsionado pelo crescimento populacional, pela expansão das cidades e pela crescente demanda por habitação. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), mais de 80% da população brasileira reside em áreas urbanas, evidenciando a consolidação do fenômeno urbano no país. Nesse contexto, os condomínios residenciais tornaram-se uma solução recorrente para atender às necessidades habitacionais, oferecendo infraestrutura interna própria, segurança e organização espacial (ONU-HABITAT, 2020). Entretanto, essa expansão impõe desafios à infraestrutura urbana, especialmente no que se refere à conservação e manutenção das áreas comuns, entre elas a pavimentação de vias internas, estacionamentos e áreas de circulação de pedestres.

A pavimentação constitui um dos elementos fundamentais da infraestrutura de empreendimentos residenciais, influenciando diretamente a mobilidade interna, a segurança dos usuários, o conforto, os custos de manutenção e os impactos ambientais ao longo da vida útil do empreendimento. Conforme o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), os sistemas de pavimentação são responsáveis por distribuir adequadamente as cargas ao subleito, garantindo desempenho estrutural compatível com as solicitações de tráfego previstas. Tradicionalmente, os pavimentos mais empregados nesses ambientes são os pavimentos flexíveis, à base de concreto asfáltico, e os pavimentos rígidos, executados em concreto de cimento Portland (BALBO, 2007). Apesar de amplamente utilizados, esses sistemas apresentam limitações relacionadas à manutenção corretiva, à dificuldade de intervenções localizadas e à baixa permeabilidade superficial.

Nesse cenário, o pavimento intertravado de concreto destaca-se como uma alternativa amplamente utilizada em condomínios residenciais, especialmente em áreas submetidas a tráfego leve e moderado. Esse sistema é caracterizado pela utilização de peças pré-moldadas de concreto assentadas sobre camada de areia, cujo desempenho estrutural ocorre por meio do intertravamento entre os blocos e do confinamento lateral (ABCP, 2019). Entre suas principais características estão a facilidade de execução, a possibilidade de reparos localizados, a reutilização das peças e a simplificação das atividades de manutenção ao longo do tempo (ICPI, 2021).

Sob a perspectiva ambiental e funcional, o pavimento intertravado apresenta vantagens relevantes quando comparado aos pavimentos convencionais, uma vez que permite maior infiltração da água pluvial pelas juntas entre os blocos, contribuindo para a redução do escoamento superficial e para o melhor funcionamento dos sistemas de drenagem urbana

(ABCP, 2019; ICPI, 2021). Além disso, a manutenção adequada desse tipo de pavimento é fundamental para a preservação dessas características, evitando patologias como desníveis, perda de rejuntamento e surgimento de vegetação indesejada, fatores que comprometem o desempenho estrutural e funcional do sistema ao longo de sua vida útil.

Diante desse contexto, torna-se relevante a elaboração de recomendações técnicas de manutenção preventiva aplicáveis ao pavimento intertravado em condomínios residenciais, fundamentadas em diagnóstico de campo e embasamento técnico-normativo, visando assegurar maior durabilidade, desempenho e segurança aos usuários.

Considerando o atual cenário da construção civil, cada vez mais orientado por práticas sustentáveis e pela otimização dos custos de operação e manutenção dos empreendimentos, torna-se essencial avaliar não apenas a aplicação do pavimento intertravado, mas principalmente as condições de uso, desempenho e manutenção dos sistemas já implantados. Nesse contexto, este trabalho tem como propósito analisar a manutenção e o desempenho do pavimento intertravado de concreto existente em um condomínio residencial, por meio de um estudo de caso de caráter qualitativo, fundamentado em revisão bibliográfica direcionada, análise normativa, observação in loco, levantamento fotográfico e informações obtidas junto à administração do condomínio.

1.1 Delimitação da Pesquisa

O presente trabalho delimita-se à análise das condições de uso, do desempenho e das práticas de manutenção do pavimento intertravado de concreto aplicado em áreas submetidas a tráfego leve e moderado, com enfoque específico em condomínios residenciais.

O recorte espacial da pesquisa corresponde a um condomínio residencial localizado no município de Ananindeua-PA, cujo nome não será mencionado, com o objetivo de preservar sua identidade institucional, em conformidade com princípios éticos e acadêmicos. A investigação restringe-se às áreas comuns externas do empreendimento, compreendendo vias internas, estacionamentos, calçadas e áreas de circulação de pedestres.

Sob o ponto de vista temático, o estudo concentra-se na avaliação qualitativa do desempenho funcional e das condições visuais do pavimento intertravado, considerando aspectos relacionados à facilidade de manutenção, à durabilidade aparente, à ocorrência de manifestações patológicas superficiais, às condições de uso e à contribuição do sistema para a drenagem urbana. Também são analisadas as práticas de manutenção atualmente adotadas e sua influência na preservação das características técnicas, estruturais e ambientais do pavimento. Quanto ao aspecto metodológico, a pesquisa limita-se à revisão bibliográfica direcionada, à análise de

normas técnicas aplicáveis e ao desenvolvimento de estudo de caso de natureza qualitativa, fundamentado em observação in loco, registro fotográfico e coleta de informações junto à administração do condomínio. Não integram o escopo deste trabalho o dimensionamento estrutural do pavimento, a realização de ensaios laboratoriais, análises quantitativas de permeabilidade, modelagens computacionais ou a elaboração de orçamento executivo.

1.2 Justificativa

A relevância deste estudo está associada à crescente necessidade de avaliar o desempenho e, principalmente, as práticas de manutenção de sistemas de pavimentação já implantados em empreendimentos residenciais, especialmente em condomínios, nos quais as áreas comuns pavimentadas exercem papel fundamental na mobilidade interna, na segurança dos usuários e nos custos operacionais ao longo da vida útil do empreendimento.

No contexto da construção civil, embora o pavimento intertravado de concreto seja amplamente reconhecido por suas vantagens técnicas, funcionais e ambientais, observa-se que, na prática, muitos condomínios não adotam rotinas sistematizadas de manutenção preventiva. Tal cenário pode comprometer o desempenho estrutural e funcional do pavimento, reduzir sua durabilidade e gerar custos corretivos superiores aos investimentos necessários para manutenção periódica planejada. Nesse sentido, torna-se pertinente investigar não apenas as características técnicas do sistema de pavimentação, mas, sobretudo, as condições reais de uso, conservação e manutenção do pavimento intertravado existente em ambiente condominial.

Sob a perspectiva técnica e econômica, a possibilidade de intervenções localizadas, a reutilização das peças e a relativa facilidade de manutenção configuram vantagens significativas do pavimento intertravado, desde que associadas a práticas adequadas de conservação. A ausência de planejamento e de rotinas preventivas pode resultar no surgimento de manifestações patológicas, tais como desníveis, perda de areia de rejuntamento e crescimento de vegetação indesejada entre as juntas, afetando o conforto, a segurança dos usuários e o desempenho funcional do sistema.

Do ponto de vista acadêmico, este estudo contribui para o aprofundamento do conhecimento relacionado à gestão e manutenção de pavimentos intertravados aplicados a condomínios residenciais, oferecendo subsídios técnicos para estudantes e profissionais da Engenharia Civil. Sob a ótica social e ambiental, a pesquisa reforça a importância da manutenção preventiva como instrumento de preservação do desempenho ambiental do pavimento, especialmente no que se refere à drenagem urbana e à mitigação do escoamento superficial das águas pluviais, alinhando-se às diretrizes contemporâneas de desenvolvimento urbano sustentável.

1.3 Problema de Pesquisa

A pavimentação das áreas comuns em condomínios residenciais exerce influência direta sobre o desempenho funcional da infraestrutura interna, sobre os custos de operação e manutenção ao longo da vida útil do empreendimento e sobre a qualidade ambiental do espaço urbano. Embora o pavimento intertravado de concreto seja amplamente empregado em áreas submetidas a tráfego leve e moderado, sua eficiência estrutural e funcional depende das condições de uso e da adoção de práticas adequadas de manutenção ao longo do tempo.

Em muitos condomínios residenciais, observa-se a inexistência de rotinas sistematizadas de manutenção preventiva do pavimento intertravado, o que pode resultar no surgimento de manifestações patológicas, tais como desníveis, perda de areia de rejuntamento e crescimento de vegetação indesejada entre as juntas. Tais ocorrências comprometem o conforto e a segurança dos usuários, além de afetarem o desempenho funcional e ambiental do sistema, especialmente no que se refere à drenagem urbana e ao controle do escoamento superficial das águas pluviais. Diante desse contexto, torna-se pertinente compreender de que maneira o pavimento intertravado existente tem sido utilizado e mantido, bem como avaliar se as práticas adotadas são suficientes para preservar suas características técnicas, funcionais e ambientais ao longo do tempo. Assim, o problema que norteia esta pesquisa pode ser formulado da seguinte maneira:

De que forma as condições de uso e as práticas de manutenção influenciam o desempenho técnico, funcional e ambiental do pavimento intertravado de concreto existente em um condomínio residencial, considerando um estudo de caso no município de Ananindeua-PA?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Elaborar recomendações técnicas de manutenção preventiva para pavimento intertravado de concreto aplicado em condomínio residencial, com base na análise de seu desempenho técnico, funcional e ambiental, por meio de revisão bibliográfica, análise das normas técnicas aplicáveis e estudo de caso de natureza qualitativa.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os conceitos, características e princípios de funcionamento do pavimento intertravado de concreto, com base na literatura técnica e nas normas brasileiras aplicáveis, com ênfase nos aspectos relacionados ao desempenho e à manutenção preventiva;

- Caracterizar as condições de uso e de tráfego das áreas pavimentadas do condomínio estudado, incluindo vias internas, estacionamentos e áreas de circulação de pedestres;
- Avaliar qualitativamente o desempenho do pavimento intertravado existente, considerando aspectos como estabilidade superficial, facilidade de manutenção, possibilidade de intervenções localizadas e ocorrência de manifestações patológicas visuais;
- Identificar e analisar as práticas de manutenção atualmente adotadas, verificando sua influência na conservação e no desempenho funcional do pavimento;
- Elaborar recomendações técnicas de manutenção preventiva aplicáveis ao pavimento intertravado em condomínios residenciais, fundamentadas nos resultados obtidos na pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica necessária à compreensão do pavimento intertravado de concreto, com ênfase nos aspectos relacionados ao desempenho em uso, à durabilidade e às práticas de manutenção aplicáveis a áreas residenciais. São abordados os conceitos de pavimentação urbana, a classificação dos principais tipos de pavimentos, os princípios de funcionamento do pavimento intertravado, seus materiais constituintes e seu comportamento estrutural em nível qualitativo, bem como as principais normas técnicas aplicáveis ao sistema.

A revisão teórica tem como finalidade fornecer embasamento técnico à metodologia adotada e à análise dos resultados obtidos no estudo de caso, subsidiando a avaliação das condições de uso, das práticas de manutenção e do desempenho técnico, funcional e ambiental do pavimento intertravado existente no condomínio residencial analisado.

2.1 Pavimentação Urbana em Áreas Residenciais

A pavimentação urbana constitui elemento essencial da infraestrutura das cidades, especialmente em áreas residenciais, onde influencia diretamente a mobilidade interna, a segurança dos usuários, o conforto e os custos de manutenção ao longo da vida útil dos empreendimentos (DNIT, 2006). Em condomínios residenciais, as áreas pavimentadas — como vias internas, estacionamentos e calçadas — são utilizadas cotidianamente, exigindo soluções técnicas compatíveis com tráfego leve a moderado e que possibilitem facilidade de manutenção e intervenções localizadas (BALBO, 2007).

No contexto urbano contemporâneo, a pavimentação deixou de ser analisada exclusivamente sob o ponto de vista estrutural, passando a incorporar aspectos funcionais e ambientais, tais como drenagem urbana, conforto térmico e sustentabilidade. A elevada impermeabilização do solo nas áreas urbanizadas contribui para o aumento do escoamento superficial e para a sobrecarga dos sistemas de drenagem, intensificando problemas como alagamentos e erosões (TUCCI, 2005). Tal cenário reforça a necessidade de sistemas de pavimentação que conciliem desempenho técnico e menor impacto ambiental.

Nesse contexto, o pavimento intertravado de concreto destaca-se como solução amplamente aplicada em áreas residenciais, por apresentar comportamento estrutural adequado ao tráfego local, facilidade de manutenção, possibilidade de intervenções pontuais e contribuição para a drenagem urbana (ABCP, 2019; ICPI, 2021). Entretanto, a eficiência desse sistema está diretamente relacionada às condições de uso, à qualidade da execução e à adoção de práticas

sistemáticas de manutenção ao longo do tempo, aspectos que fundamentam a análise desenvolvida neste trabalho.

2.2 Classificação Dos Pavimentos

Os pavimentos podem ser classificados de acordo com seu comportamento estrutural e com os materiais empregados em sua composição, considerando a forma como as cargas provenientes do tráfego são distribuídas às camadas inferiores e ao subleito (DNIT, 2006). Essa classificação é amplamente adotada na Engenharia Civil por permitir a compreensão das características técnicas, funcionais e construtivas de cada sistema, bem como sua adequação às diferentes condições de uso, volume de tráfego e ambiente de aplicação.

De modo geral, a literatura técnica classifica os pavimentos em pavimentos flexíveis, pavimentos rígidos e pavimentos de blocos intertravados (BALBO, 2007). Cada sistema apresenta particularidades relacionadas ao desempenho estrutural, à durabilidade, à manutenção e aos impactos ambientais associados.

Os pavimentos flexíveis caracterizam-se por apresentar comportamento estrutural mais deformável, no qual a distribuição das cargas ocorre por meio da interação entre as camadas granulares e o revestimento asfáltico. Nesse sistema, as tensões são transmitidas gradativamente às camadas inferiores, sendo o desempenho fortemente dependente da capacidade estrutural do conjunto das camadas (DNIT, 2006).

Os pavimentos rígidos, por sua vez, são constituídos predominantemente por placas de concreto de cimento Portland, que atuam estruturalmente como elementos de elevada rigidez, distribuindo as cargas sobre áreas mais amplas do subleito. Nesse caso, a capacidade estrutural está concentrada principalmente na placa de concreto, que reduz significativamente as deformações nas camadas subjacentes (BALBO, 2007).

Já os pavimentos intertravados apresentam comportamento estrutural articulado, baseado no intertravamento mecânico entre peças pré-moldadas de concreto e no confinamento lateral do sistema. A transferência de cargas ocorre por meio do atrito e do contato entre as peças, associado à atuação das camadas de base e sub-base, conferindo ao sistema desempenho adequado para áreas submetidas a tráfego leve e moderado (ABCP, 2019; ICPI, 2021). No contexto urbano, especialmente em áreas residenciais, a escolha do tipo de pavimento deve considerar não apenas os aspectos estruturais, mas também fatores como facilidade de manutenção, possibilidade de intervenções localizadas, conforto dos usuários, drenagem urbana e sustentabilidade ambiental. Esses critérios tornam-se particularmente relevantes em

condomínios residenciais, onde as áreas pavimentadas são utilizadas cotidianamente e estão sujeitas a solicitações repetitivas de baixa a média intensidade.

Assim, a classificação dos pavimentos constitui base fundamental para a análise comparativa entre os sistemas convencionais e o pavimento intertravado de concreto, objeto de estudo deste trabalho, permitindo compreender suas vantagens e limitações sob a ótica do desempenho em uso e da manutenção ao longo do tempo, especialmente em aplicações residenciais. Com o objetivo de contextualizar a classificação dos tipos de pavimentos, apresenta-se a Tabela 2.1, que estabelece comparação técnica entre pavimentos flexível, rígido e intertravado, considerando critérios estruturais, funcionais, ambientais e de manutenção.

Tabela 2.1 – Comparação técnica entre pavimentos convencionais e pavimento intertravado no estudo de caso

Critério	Pavimento Flexível (Asfalto)	Pavimento Rígido (Concreto)	Pavimento Intertravado (Paver)
Material Principal	Concreto asfáltico	Concreto de cimento Portland	Blocos pré-moldados de concreto
Comportamento Estrutural	Flexível contínuo	Placa rígida monolítica	Sistema articulado modular
Distribuição de Cargas	Progressiva pelas camadas	Alta rigidez, cargas concentradas	Intertravamento entre blocos
Permeabilidade	Baixa (impermeável)	Muito baixa (impermeável)	Média a alta (juntas/permeável)
Facilidade de Execução	Média	Baixa	Alta
Manutenção	Frequente e corretiva	Complexa e onerosa	Simples e localizada
Reparo em redes subterrâneas	Dificultado	Muito difícil	Facilitado
Liberação ao tráfego	Após cura/asfalto	Após cura do concreto	Imediata
Conforto térmico	Baixo	Médio	Alto
Vida útil	Média	Alta	Alta
Aplicação típica	Vias arteriais	Áreas industriais	Condomínios, calçadas, estacionamentos
Impacto ambiental	Elevado	Médio	Reduzido

Fonte: Elaborado pelo autor com base em BALBO (2007), ABCP (2010) e ABNT NBR 15953 (2011).

2.2.1 Pavimento Flexível

O pavimento flexível caracteriza-se pela utilização de camadas granulares associadas a um revestimento asfáltico, geralmente executado em concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Nesse sistema, as tensões provenientes do tráfego são distribuídas gradualmente pelas

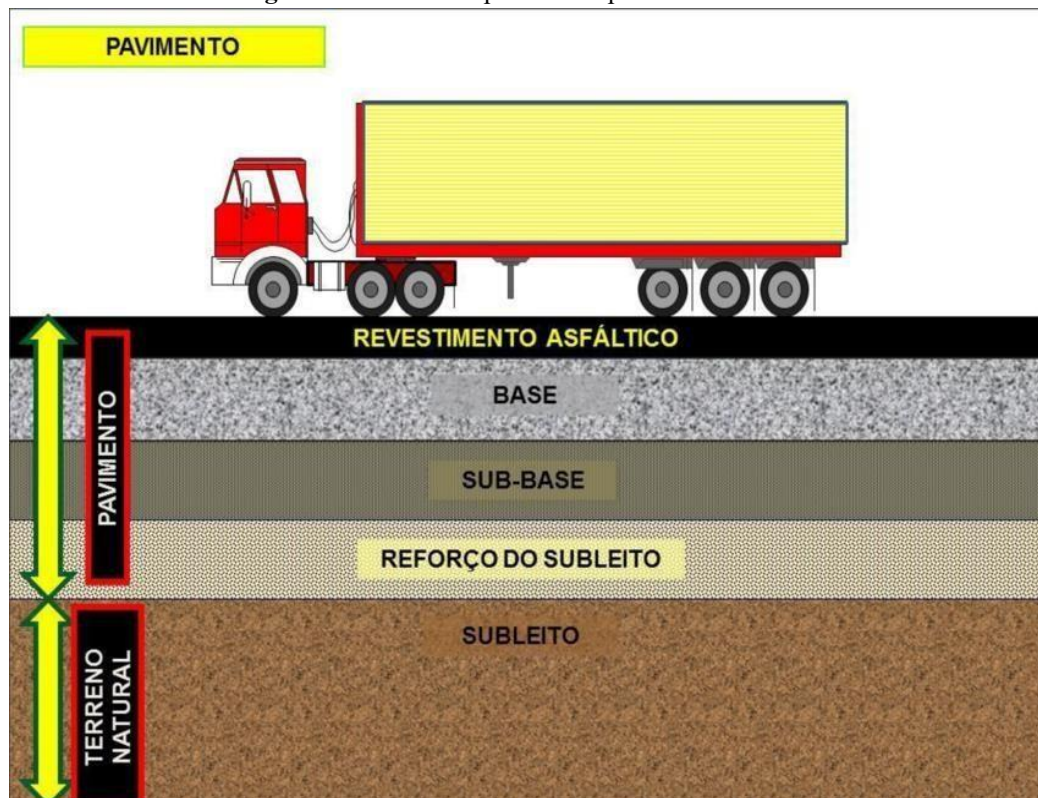
camadas estruturais até o subleito, em razão da maior deformabilidade do conjunto estrutural (DNIT, 2006).

Entre as principais características do pavimento flexível destacam-se a execução relativamente rápida, o menor custo inicial de implantação e o comportamento estrutural contínuo. Entretanto, esse tipo de pavimento apresenta maior necessidade de manutenção periódica, em função da suscetibilidade a deformações permanentes, fissuração por fadiga e desgaste superficial ao longo do tempo, especialmente em ambientes urbanos submetidos à ação repetitiva do tráfego e às variações térmicas e climáticas (BALBO, 2007).

Em áreas residenciais, como condomínios, os pavimentos flexíveis podem apresentar limitações relacionadas à baixa permeabilidade superficial, à concentração do escoamento das águas pluviais e à necessidade de intervenções corretivas frequentes. Os reparos, em geral, exigem cortes e recomposição do revestimento asfáltico, resultando em remendos visíveis que podem comprometer a estética e o desempenho funcional da pavimentação.

Dessa forma, embora amplamente empregados em vias urbanas e rodovias, os pavimentos flexíveis apresentam restrições quando aplicados em áreas residenciais de tráfego leve e uso cotidiano, especialmente sob a ótica da manutenção preventiva e da drenagem urbana, aspectos relevantes para a análise comparativa desenvolvida neste trabalho.

Figura 1 – Estrutura típica de um pavimento flexível.



Fonte: Silva (2017).

2.2.2 Pavimento Rígido

O pavimento rígido tem como principal elemento estrutural o revestimento em concreto de cimento Portland, que atua como uma placa estrutural capaz de absorver e distribuir a maior parte das tensões provenientes do tráfego. Nesse sistema, a placa de concreto apresenta elevada rigidez e transmite as cargas aplicadas sobre uma área mais ampla do subleito, reduzindo significativamente as tensões concentradas no solo e contribuindo para a estabilidade estrutural do pavimento (DNIT, 2006). Esse comportamento estrutural diferencia o pavimento rígido dos sistemas flexíveis, pois a capacidade de distribuição das cargas ocorre predominantemente pela própria resistência da placa de concreto.

Entre as principais características do pavimento rígido destacam-se a elevada durabilidade, a baixa deformabilidade e o bom desempenho estrutural ao longo do tempo. De modo geral, esse tipo de pavimento apresenta menor suscetibilidade a deformações permanentes, como trilhas de roda e afundamentos, além de oferecer maior resistência às variações climáticas e às solicitações repetidas do tráfego. Segundo Balbo (2007), o pavimento rígido apresenta comportamento estrutural eficiente, especialmente em situações que demandam elevada capacidade de suporte e controle das deformações, sendo amplamente empregado em rodovias, pistas aeroportuárias, corredores de transporte e áreas industriais.

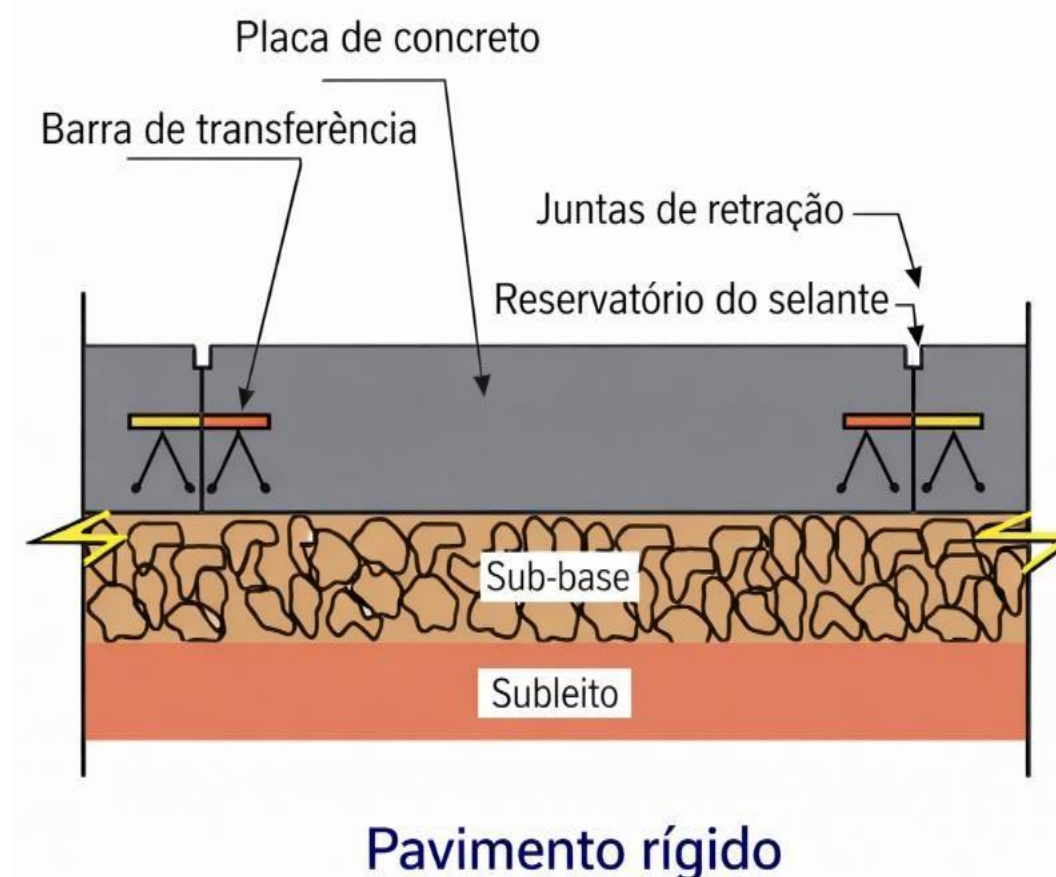
Outro aspecto relevante desse sistema construtivo é a sua maior vida útil quando comparado aos pavimentos flexíveis, podendo alcançar períodos de serviço superiores a 20 ou 30 anos quando corretamente projetado, executado e mantido. Essa durabilidade reduz a frequência de intervenções de manutenção ao longo do ciclo de vida do pavimento, o que pode representar vantagens em termos de desempenho estrutural e confiabilidade operacional.

Entretanto, o pavimento rígido apresenta custo inicial de implantação mais elevado, principalmente em função do consumo de cimento, da necessidade de controle tecnológico rigoroso do concreto e das exigências construtivas relacionadas à execução das juntas e ao processo de cura do material. Além disso, existem limitações associadas à execução e à manutenção corretiva. Intervenções em redes subterrâneas, como sistemas de drenagem, abastecimento de água ou redes elétricas, exigem cortes e posterior recomposição do revestimento em concreto, o que implica maior complexidade técnica, custos mais elevados e possíveis impactos na funcionalidade e na estética da área pavimentada.

Em condomínios residenciais, onde são comuns intervenções pontuais em infraestrutura urbana e onde a flexibilidade de manutenção constitui fator relevante, o pavimento rígido pode apresentar restrições operacionais quando comparado a sistemas modulares. Nesses contextos, a necessidade de cortes localizados e recomposição estrutural pode dificultar a execução de

reparos rápidos e economicamente viáveis. Assim, embora apresente bom desempenho estrutural e elevada durabilidade, a aplicação do pavimento rígido em áreas residenciais de tráfego leve deve considerar não apenas os aspectos estruturais, mas também critérios relacionados à manutenção, à adaptabilidade do sistema construtivo e à facilidade de reparo ao longo da vida útil do empreendimento.

Figura 2 – Estrutura típica de um pavimento rígido.

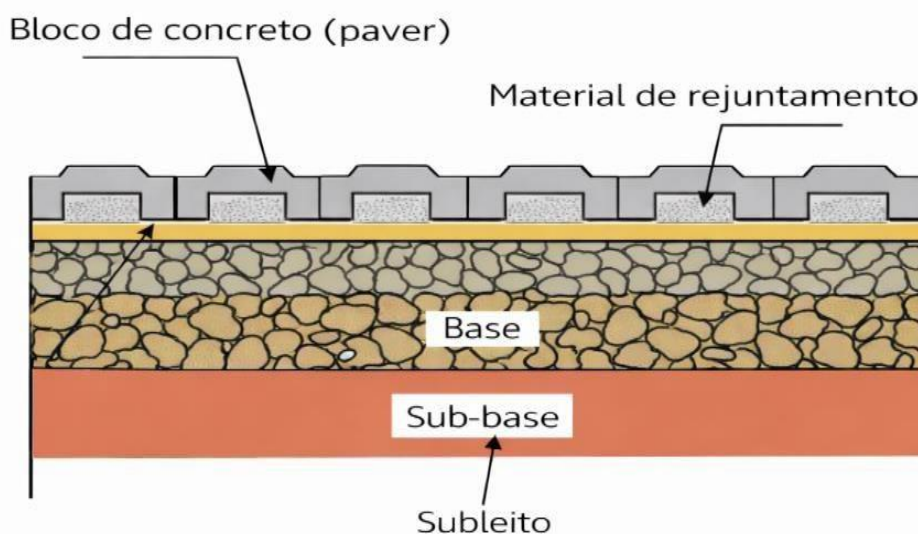


Fonte: Adaptado de DNIT – Manual de Pavimentos Rígidos (2005).

2.2.3 Pavimento Intertravado

O pavimento intertravado, também denominado pavimento articulado, é constituído por peças pré-moldadas de concreto assentadas sobre camada de areia e devidamente confinadas lateralmente por meio de guias, meios-fios ou elementos equivalentes. O desempenho estrutural desse sistema baseia-se no intertravamento mecânico entre os blocos e no confinamento lateral, mecanismos que possibilitam a distribuição eficiente das cargas provenientes do tráfego para as camadas inferiores do pavimento (ABCP, 2019; ICPI, 2021). A Figura 3 ilustra o processo de execução do pavimento intertravado de concreto.

Figura 3 – Estrutura típica de um pavimento intertravado.



Fonte: Adaptado de ABCP (2010)

Esse tipo de pavimento destaca-se por sua versatilidade, facilidade de execução e manutenção simplificada, sendo especialmente indicado para áreas submetidas a tráfego leve e moderado, como vias internas, estacionamentos e áreas comuns de condomínios residenciais. Entre suas principais características estão a adequada capacidade de distribuição de cargas, a possibilidade de realização de reparos localizados, o reaproveitamento das peças e a rápida liberação ao tráfego após intervenções (ABCP, 2019).

Do ponto de vista funcional e ambiental, o pavimento intertravado contribui para a drenagem urbana, uma vez que as juntas entre os blocos permitem infiltração parcial da água pluvial, reduzindo o escoamento superficial e contribuindo para o controle do balanço hídrico urbano (ICPI, 2021). Contudo, a manutenção adequada do sistema é fundamental para a preservação dessas características, especialmente no que se refere à reposição do material de rejuntamento, ao controle de vegetação nas juntas e à correção de desníveis localizados.

Em função dessas características, o pavimento intertravado de concreto tem sido amplamente adotado em áreas urbanas destinadas à circulação de pedestres e veículos leves, como calçadas, vias locais, estacionamentos e condomínios residenciais. Sua aplicação mostra-se particularmente vantajosa em ambientes que demandam flexibilidade construtiva, facilidade de manutenção e continuidade de uso das áreas pavimentadas.

De forma comparativa, observa-se que o pavimento flexível apresenta menor custo inicial de implantação, porém exige manutenção mais frequente e apresenta limitações relacionadas à drenagem superficial; o pavimento rígido destaca-se pela elevada durabilidade, embora possua maior custo inicial e menor flexibilidade para intervenções pontuais. Já o pavimento intertravado reúne desempenho estrutural adequado às condições de tráfego leve, facilidade de manutenção e vantagens ambientais, configurando-se como solução tecnicamente compatível com áreas de uso residencial, desde que associado a práticas sistematizadas de conservação ao longo de sua vida útil.

2.2.3.1 Definição

O pavimento intertravado é um sistema de pavimentação constituído por peças pré-moldadas de concreto assentadas sobre camada de areia e confinadas lateralmente por meio de guias ou meios-fios, cujo desempenho estrutural é garantido pelo intertravamento mecânico entre os blocos (ABCP, 2019; ICPI, 2021).

O intertravamento ocorre por meio do contato lateral entre as peças, do atrito superficial e do preenchimento das juntas com areia fina, elementos que proporcionam estabilidade ao conjunto e permitem a transferência de cargas entre os blocos adjacentes. Esse mecanismo confere ao sistema comportamento estrutural integrado, ainda que formado por unidades segmentadas.

Diferentemente dos pavimentos monolíticos — como os pavimentos rígidos em concreto — o pavimento intertravado apresenta comportamento estrutural articulado, permitindo redistribuição eficiente das cargas e maior capacidade de adaptação a pequenas deformações do subleito. Essa característica contribui para seu desempenho em áreas submetidas a tráfego leve e moderado, como vias internas, estacionamentos e áreas comuns de condomínios residenciais, desde que associada à adequada execução e a práticas sistemáticas de manutenção ao longo de sua vida útil.

2.2.3.2 Histórico e Evolução

O uso de pavimentos constituídos por blocos remonta às civilizações antigas, que utilizavam pedras naturais ajustadas manualmente para formar superfícies de circulação. Contudo, o pavimento intertravado moderno desenvolveu-se a partir do avanço das técnicas de fabricação de peças pré-moldadas de concreto, especialmente no período pós-Segunda Guerra Mundial, quando houve significativo desenvolvimento tecnológico na indústria do cimento e dos sistemas construtivos industrializados (ICPI, 2021).

A consolidação do sistema ocorreu em função de características como durabilidade, modularidade, facilidade de manutenção e possibilidade de intervenções localizadas, fatores que contribuíram para sua difusão em áreas urbanas submetidas a tráfego leve e moderado. A padronização das dimensões das peças e o aprimoramento dos métodos de assentamento também favoreceram sua expansão em diferentes países.

No Brasil, a difusão do pavimento intertravado intensificou-se a partir da década de 1990, impulsionada pela normalização técnica, pelo aperfeiçoamento dos processos industriais e pela crescente demanda por soluções urbanas com menor impacto ambiental (ABCP, 2019). A regulamentação por meio de normas técnicas específicas contribuiu para maior controle de qualidade na fabricação das peças e na execução do sistema.

Atualmente, o pavimento intertravado é amplamente empregado em condomínios residenciais, calçadas, vias locais e estacionamentos, destacando-se pela facilidade de manutenção, pela adaptabilidade às condições de uso e pela contribuição à drenagem urbana, quando corretamente executado e conservado ao longo do tempo.

2.2.3.3 Tipos de Blocos de Concreto

Os blocos de concreto empregados em pavimentos intertravados apresentam diferentes formatos geométricos, os quais influenciam diretamente o grau de intertravamento, a estabilidade do conjunto e o desempenho estrutural do sistema. A geometria das peças interfere na resistência ao deslocamento horizontal e na capacidade de distribuição das cargas provenientes do tráfego (ABCP, 2019; ICPI, 2021).

Entre os principais tipos destacam-se:

- Blocos retangulares, geralmente indicados para áreas de tráfego leve, como calçadas e áreas de circulação predominantemente de pedestres;
- Blocos sextavados, que proporcionam maior grau de intertravamento e melhor distribuição de esforços;
- Blocos dos tipos “I”, “H” ou “Z”, cuja geometria favorece elevada resistência ao deslocamento horizontal, sendo recomendados para áreas submetidas a maiores solicitações mecânicas, como estacionamentos e vias internas.

Destacam-se ainda os blocos drenantes, que apresentam maior espaçamento entre as juntas ou estrutura com maior índice de vazios, permitindo maior infiltração da água no solo e contribuindo para a drenagem urbana. Entretanto, a eficiência desse sistema depende diretamente da manutenção adequada das juntas e das camadas granulares, de modo a evitar o entupimento por partículas finas ou material orgânico.

A escolha do tipo de bloco deve considerar as condições de tráfego, as exigências normativas, os aspectos estéticos e, sobretudo, os critérios de manutenção ao longo da vida útil do pavimento, fatores essenciais para o desempenho funcional em condomínios residenciais.

Figura 4 – Exemplos de geometrias de blocos de concreto utilizados em pavimentos intertravados.



Fonte: Optimas Brasil (2025).

Conforme ilustrado na Figura 4, a geometria dos blocos influencia diretamente o grau de intertravamento e a resistência ao deslocamento horizontal, sendo os formatos do tipo “I”, “H” e sextavado mais indicados para áreas submetidas a maiores solicitações mecânicas.

2.2.3.4 Materiais Constituintes do Pavimento Intertravado

O pavimento intertravado é composto por um conjunto de materiais que atuam de forma integrada para garantir seu desempenho estrutural e funcional. O revestimento superficial é constituído por blocos de concreto pré-moldados, fabricados a partir de cimento Portland, agregados miúdos e graúdos, água e, eventualmente, aditivos. Esses elementos devem apresentar resistência mecânica adequada, baixa absorção de água, regularidade dimensional e durabilidade compatível com as solicitações previstas em projeto, conforme estabelecido na ABNT NBR 9781 (ABNT, 2013).

A camada de assentamento é executada, em geral, com areia média, limpa e isenta de materiais orgânicos ou partículas finas excessivas, tendo como principal função permitir o nivelamento e o ajuste das peças durante a execução. Já a areia de rejuntamento, de granulometria mais fina e aplicada em condição seca, é responsável pelo preenchimento das juntas entre os blocos, promovendo o intertravamento e contribuindo para a estabilidade do conjunto (ABCP, 2019). A perda do material de rejuntamento ao longo do tempo, em decorrência do tráfego ou da ação das águas pluviais, pode comprometer o desempenho estrutural do sistema, evidenciando a necessidade de reposição periódica como parte integrante das atividades de manutenção preventiva.

Além desses elementos, o sistema é constituído por camadas granulares destinadas à base e à sub-base, normalmente executadas com brita graduada simples ou materiais equivalentes com capacidade adequada de suporte. Essas camadas são responsáveis pela distribuição das cargas ao subleito e pelo controle das deformações estruturais. Complementarmente, os elementos de contenção lateral — como guias, meios-fios ou cordões de concreto — são fundamentais para assegurar o confinamento do pavimento e o adequado funcionamento do intertravamento mecânico (ICPI, 2021).

A observância das normas técnicas brasileiras é condição essencial para garantir o desempenho do pavimento intertravado em aplicações urbanas e residenciais. Os materiais empregados devem atender às especificações estabelecidas pela ABNT NBR 9781 — Peças de concreto para pavimentação — e pela ABNT NBR 15953 — Pavimento intertravado com peças de concreto — Execução, assegurando qualidade, durabilidade e facilidade de manutenção ao longo da vida útil do sistema.

2.3 Estrutura do Pavimento Intertravado

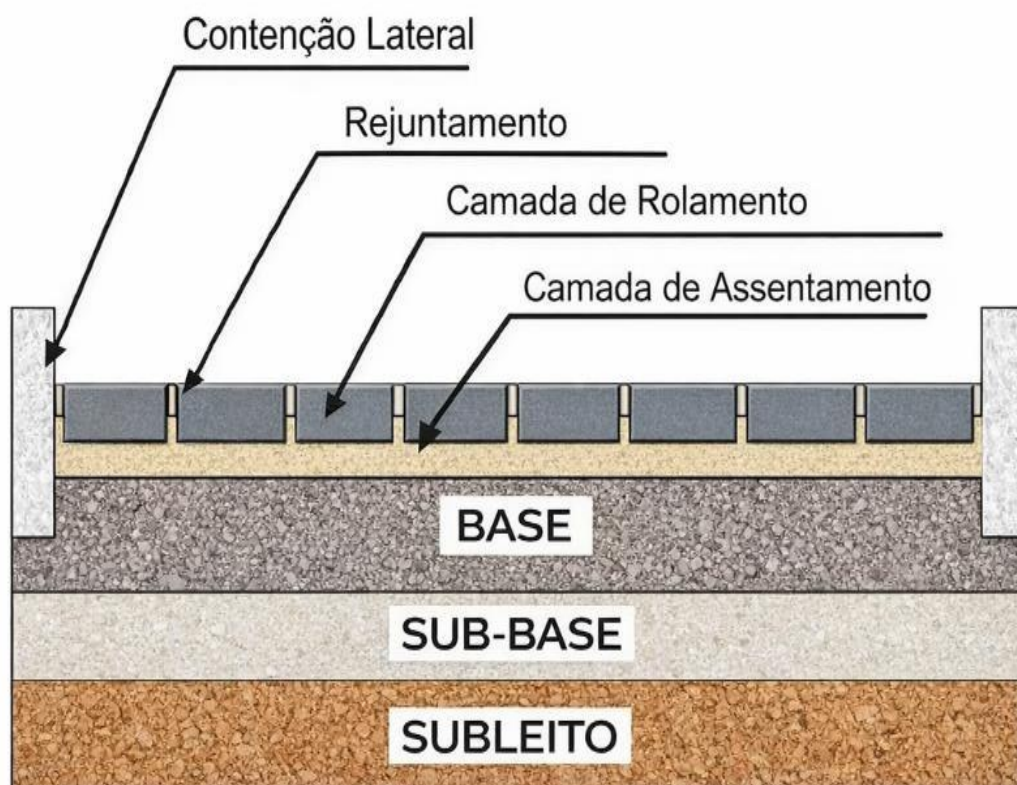
O pavimento intertravado é constituído por camadas sobrepostas que atuam de forma integrada, permitindo a adequada distribuição das cargas provenientes do tráfego, a estabilidade estrutural

do sistema e sua durabilidade ao longo do tempo. A correta execução, compactação e manutenção dessas camadas são fundamentais para o bom desempenho do pavimento, especialmente em áreas residenciais submetidas a tráfego leve e moderado.

A estrutura do sistema é composta, de maneira geral, pelas seguintes camadas: subleito, subbase (quando necessária), base granular, camada de assentamento em areia, blocos de concreto, material de rejuntamento e elementos de confinamento lateral. Cada uma dessas camadas exerce função específica no comportamento estrutural e funcional do pavimento.

A Figura 5 apresenta a configuração típica do pavimento intertravado, evidenciando os principais componentes do sistema. A compreensão da função de cada camada é essencial para a análise das condições de uso e para a identificação de possíveis falhas construtivas ou necessidades de manutenção preventiva no pavimento existente.

Figura 5 – Camadas constituintes do pavimento intertravado de concreto.



2.3.1 Subleito

O subleito corresponde ao solo natural que serve de suporte para toda a estrutura do pavimento, sendo responsável por receber e transmitir ao terreno as cargas provenientes do tráfego. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), o subleito deve apresentar capacidade de suporte compatível com as solicitações previstas, sendo indispensáveis sua regularização, compactação e controle tecnológico adequados.

No caso dos pavimentos intertravados de concreto, a ABNT NBR 15953 (ABNT, 2011) estabelece que o subleito deve ser preparado de forma a garantir estabilidade ao sistema, evitando a ocorrência de recalques diferenciais que possam comprometer o desempenho estrutural e funcional do pavimento. Quando o solo natural apresenta características inadequadas — como baixa capacidade de suporte, elevada compressibilidade ou presença de materiais orgânicos — podem ser adotadas medidas de melhoria ou reforço do subleito, conforme critérios técnicos, a fim de assegurar condições adequadas às camadas superiores. Em pavimentos intertravados já em uso, eventuais falhas no subleito podem se manifestar por meio de desníveis localizados, afundamentos, deslocamento de blocos ou irregularidades superficiais. Tais ocorrências reforçam a importância da observação dessas manifestações durante o diagnóstico do pavimento e da adoção de intervenções corretivas pontuais no âmbito das ações de manutenção.

2.3.2 Sub-base

A sub-base constitui uma camada estrutural opcional do pavimento, empregada principalmente quando o subleito não apresenta capacidade de suporte suficiente para atender às solicitações previstas de tráfego. Conforme Pinto e Preussler (2002), essa camada tem como função reduzir as tensões transmitidas ao subleito, contribuindo também para a melhoria das condições de drenagem interna do sistema.

Em geral, a sub-base é executada com materiais granulares, como solo-brita, brita graduada ou materiais com características equivalentes, devendo apresentar adequada compactação, uniformidade granulométrica e estabilidade mecânica. Sua presença favorece a distribuição das cargas e auxilia no controle das deformações permanentes ao longo da vida útil do pavimento. A correta execução da sub-base influencia diretamente o desempenho das camadas superiores do pavimento intertravado, especialmente no que se refere à estabilidade estrutural e à prevenção de recalques diferenciais. Em pavimentos em uso, falhas associadas à sub-base podem se manifestar por meio de afundamentos localizados ou irregularidades superficiais,

exigindo intervenções corretivas que envolvem a remoção das peças e a recomposição das camadas inferiores.

2.3.3 Base Granular

A base é considerada a principal camada estrutural do pavimento intertravado, sendo responsável por receber e distribuir as cargas provenientes do tráfego para as camadas inferiores, assegurando a estabilidade e o desempenho global do sistema. Conforme estabelece a ABNT NBR 15953 (ABNT, 2011), essa camada deve ser executada com material granular de boa qualidade, como brita graduada simples (BGS) ou material equivalente, devidamente compactado, de modo a garantir capacidade de suporte compatível com as solicitações previstas.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2010), uma base corretamente executada contribui para a eficiente distribuição das cargas aplicadas, minimizando deformações permanentes, prevenindo o surgimento de manifestações patológicas e favorecendo a durabilidade do pavimento intertravado ao longo de sua vida útil. A uniformidade da espessura, o controle granulométrico e a adequada compactação são fatores determinantes para o bom desempenho estrutural da camada.

Em pavimentos já em uso, falhas associadas à base podem se manifestar por meio de desníveis, afundamentos localizados, recalques diferenciais e deslocamento dos blocos. Tais ocorrências evidenciam a importância da qualidade de execução dessa camada e da observação criteriosa dessas manifestações durante as atividades de inspeção e manutenção.

Sob a perspectiva da manutenção preventiva, a integridade da base é fundamental para a estabilidade do pavimento intertravado. Embora intervenções superficiais, como reposição de areia de rejuntamento, possam corrigir pequenas irregularidades, falhas estruturais na base exigem intervenções corretivas mais profundas, com remoção das peças e recomposição das camadas inferiores. Dessa forma, a identificação precoce de deformações e a adoção de medidas preventivas contribuem para evitar degradações progressivas e custos elevados de reabilitação.

2.3.4 Camada de Assentamento

A camada de assentamento é composta, em geral, por areia média, limpa e isenta de materiais orgânicos ou partículas finas excessivas, sendo posicionada imediatamente abaixo dos blocos de concreto. Conforme estabelece a ABNT NBR 15953 (ABNT, 2011), essa camada deve apresentar espessura uniformemente controlada, exercendo função de nivelamento e

acomodação das peças durante o assentamento, não desempenhando papel estrutural significativo na distribuição das cargas do pavimento.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2010), irregularidades na execução da camada de assentamento — como espessura excessiva, compactação inadequada ou utilização de material impróprio — podem comprometer o alinhamento das peças e o intertravamento entre os blocos, resultando em instabilidade superficial do pavimento. Tais falhas podem favorecer o surgimento de manifestações patológicas, como desníveis localizados, deslocamentos de blocos e formação de ondulações superficiais.

Em pavimentos intertravados já em uso, problemas associados à camada de assentamento podem ser identificados por meio de inspeção visual e verificação de irregularidades superficiais. Sob a perspectiva da manutenção preventiva, a detecção precoce dessas ocorrências permite a realização de intervenções localizadas, consistindo na remoção dos blocos afetados, regularização da camada de assentamento e reassentamento das peças, evitando a propagação de deformações e a necessidade de reparos estruturais mais extensos.

2.3.5 Blocos de Concreto (Revestimento Superficial)

O revestimento do pavimento intertravado é constituído por blocos de concreto pré-moldados, responsáveis pelo contato direto com o tráfego e pela proteção das camadas estruturais inferiores. Esses elementos devem atender aos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 9781 (ABNT, 2013), que define critérios mínimos relativos à resistência à compressão, absorção de água e tolerâncias dimensionais, assegurando qualidade, durabilidade e desempenho compatível com as condições de uso previstas.

De acordo com Shackel (2006), o desempenho estrutural do pavimento intertravado está diretamente relacionado à geometria dos blocos, ao padrão de assentamento adotado e à eficiência do confinamento lateral, fatores determinantes para o adequado intertravamento mecânico entre as peças e para a estabilidade global do sistema ao longo de sua vida útil.

Em pavimentos intertravados em uso, manifestações como desgaste superficial, fissuração localizada, perda de alinhamento ou deslocamento de blocos podem indicar falhas no intertravamento, deficiência no confinamento lateral ou ausência de manutenção adequada. Tais ocorrências reforçam a importância da inspeção periódica e da substituição pontual de peças danificadas, práticas que integram as atividades de manutenção preventiva e corretiva, contribuindo para a preservação do desempenho técnico, funcional e estético do pavimento.

2.3.6 Material de Rejuntamento

O rejuntamento consiste no preenchimento das juntas entre os blocos de concreto com areia fina e seca, desempenhando papel fundamental no travamento das peças e na adequada transferência de cargas entre os blocos adjacentes. Conforme destaca a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2010), a correta execução dessa etapa é indispensável para o funcionamento adequado do pavimento intertravado e para a manutenção do intertravamento mecânico do sistema.

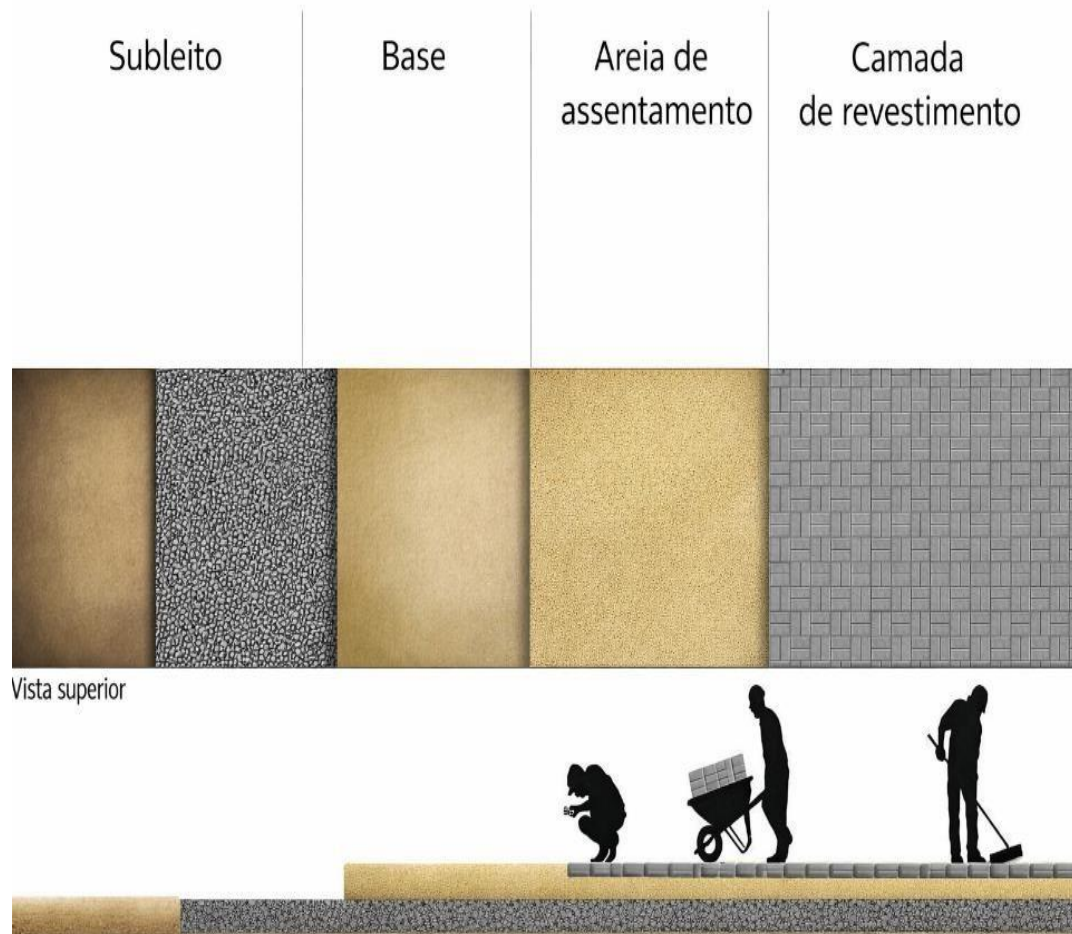
A areia de rejuntamento atua promovendo o atrito entre as faces laterais das peças, contribuindo para a estabilidade do conjunto e reduzindo a possibilidade de deslocamentos horizontais. A granulometria adequada e a completa penetração do material nas juntas são fatores determinantes para o desempenho estrutural do sistema, uma vez que permitem a distribuição das cargas aplicadas entre os blocos adjacentes, favorecendo o comportamento conjunto do pavimento.

Além disso, o rejuntamento desempenha importante função na proteção das camadas inferiores do pavimento, reduzindo a infiltração de partículas finas e contribuindo para a estabilidade da camada de assentamento. Quando corretamente executado, o material de rejuntamento auxilia também na manutenção do alinhamento das peças, preservando a uniformidade geométrica da superfície pavimentada.

A ausência, a perda ou a execução inadequada do rejuntamento pode resultar em deslocamento horizontal dos blocos, surgimento de desníveis, abertura de juntas e instabilidade superficial do pavimento, comprometendo sua durabilidade e desempenho funcional ao longo do tempo (PINTO; PREUSSLER, 2002). Em pavimentos intertravados em uso, a perda do material de rejuntamento é uma das manifestações mais recorrentes, geralmente decorrente da ação do tráfego, da vibração causada pela circulação de veículos e da lavagem superficial provocada pelas águas pluviais.

Sob a perspectiva da manutenção preventiva, a inspeção periódica das juntas e a reposição da areia de rejuntamento constituem procedimentos essenciais para a preservação do intertravamento mecânico e para a prevenção de manifestações patológicas mais severas. A negligência dessa prática pode favorecer o agravamento progressivo das irregularidades superficiais, evoluindo para deslocamentos mais significativos das peças e aumentando a necessidade de intervenções corretivas mais extensas e de maior custo operacional.

Figura 6 – Camadas de pavimento intertravado em construção.



Fonte: Adaptado de ABCP (2010)

2.3.7 Confinamento Lateral

O confinamento lateral é um dos elementos fundamentais para o adequado funcionamento do pavimento intertravado, sendo responsável por conter os esforços horizontais gerados pelo intertravamento mecânico entre os blocos. Esse confinamento é geralmente realizado por meio de guias, meios-fios, cordões de concreto ou outros elementos estruturais fixos que impedem o deslocamento lateral das peças (ABCP, 2010; ICPI, 2021).

No pavimento intertravado, as cargas aplicadas pelo tráfego não atuam apenas verticalmente, mas também geram componentes horizontais que tendem a provocar deslocamento das peças. O confinamento lateral atua como elemento de contenção desses esforços, assegurando a estabilidade global do sistema e preservando o intertravamento ao longo do tempo.

A deficiência ou ausência de confinamento adequado pode resultar em abertura progressiva das juntas, deslocamento lateral dos blocos e desagregação do conjunto, comprometendo o desempenho estrutural e funcional do pavimento. Em áreas residenciais, onde são frequentes

intervenções em redes subterrâneas ou alterações paisagísticas, a remoção inadequada de elementos de contenção pode comprometer a estabilidade do sistema.

Sob a ótica da manutenção preventiva, é essencial que os elementos de confinamento lateral sejam periodicamente inspecionados, verificando-se a integridade estrutural, o alinhamento e a fixação ao solo. Trincas, deslocamentos ou falhas nesses elementos devem ser corrigidos prontamente, a fim de evitar a perda progressiva do intertravamento e a necessidade de intervenções corretivas mais extensas no pavimento.

2.4 Normas Técnicas Aplicáveis

A análise do pavimento intertravado desenvolvida neste trabalho fundamenta-se nas normas técnicas brasileiras aplicáveis ao sistema, que estabelecem critérios de qualidade, execução e desempenho dos materiais e das camadas constituintes.

Destaca-se, inicialmente, a ABNT NBR 9781, que estabelece requisitos para as peças de concreto destinadas à pavimentação, definindo parâmetros mínimos relativos à resistência à compressão, absorção de água e tolerâncias dimensionais. Essa norma assegura a qualidade e a durabilidade dos blocos empregados no revestimento superficial do pavimento, contribuindo para o desempenho mecânico e para a estabilidade do sistema de intertravamento.

Complementarmente, a ABNT NBR 15953 dispõe sobre os procedimentos para execução do pavimento intertravado com peças de concreto, estabelecendo diretrizes para o preparo do subleito, execução das camadas granulares, camada de assentamento, rejuntamento e confinamento lateral. Essa norma é fundamental para a análise das condições construtivas do pavimento existente e para a identificação de eventuais não conformidades relacionadas ao processo executivo.

Além dessas normas específicas, destaca-se também a ABNT NBR 15575, que estabelece requisitos de desempenho para edificações habitacionais, considerando aspectos como segurança, durabilidade, manutenibilidade e vida útil dos sistemas construtivos. Embora essa norma seja aplicada principalmente às edificações, seus princípios relacionados ao desempenho e à durabilidade dos sistemas construtivos também contribuem para a análise das áreas pavimentadas inseridas em ambientes habitacionais, como condomínios residenciais, onde o pavimento integra o conjunto de elementos que influenciam a funcionalidade, a segurança e a qualidade do ambiente construído.

A observância dessas normas subsidia a avaliação técnica das condições do pavimento estudado e orienta a proposição de recomendações de manutenção preventiva, não contemplando,

entretanto, a realização de dimensionamento estrutural ou cálculos de projeto, os quais não integram o escopo desta pesquisa.

2.5 Considerações Finais da Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica apresentada neste capítulo permitiu compreender os princípios técnicos, estruturais e normativos que regem o pavimento intertravado de concreto, destacando seus materiais constituintes, comportamento estrutural, requisitos de execução e aspectos relacionados à manutenção preventiva.

A análise das camadas que compõem o sistema evidenciou que o desempenho do pavimento intertravado está diretamente associado à qualidade de execução, à integridade estrutural das camadas inferiores, ao adequado intertravamento mecânico entre os blocos e à conservação periódica dos elementos de rejuntamento e confinamento lateral.

Com base nesses fundamentos técnicos e normativos, torna-se possível estruturar a metodologia de investigação adotada neste trabalho, voltada à análise qualitativa das condições de uso, do desempenho e das práticas de manutenção do pavimento intertravado existente no condomínio residencial estudado, conforme apresentado no capítulo seguinte.

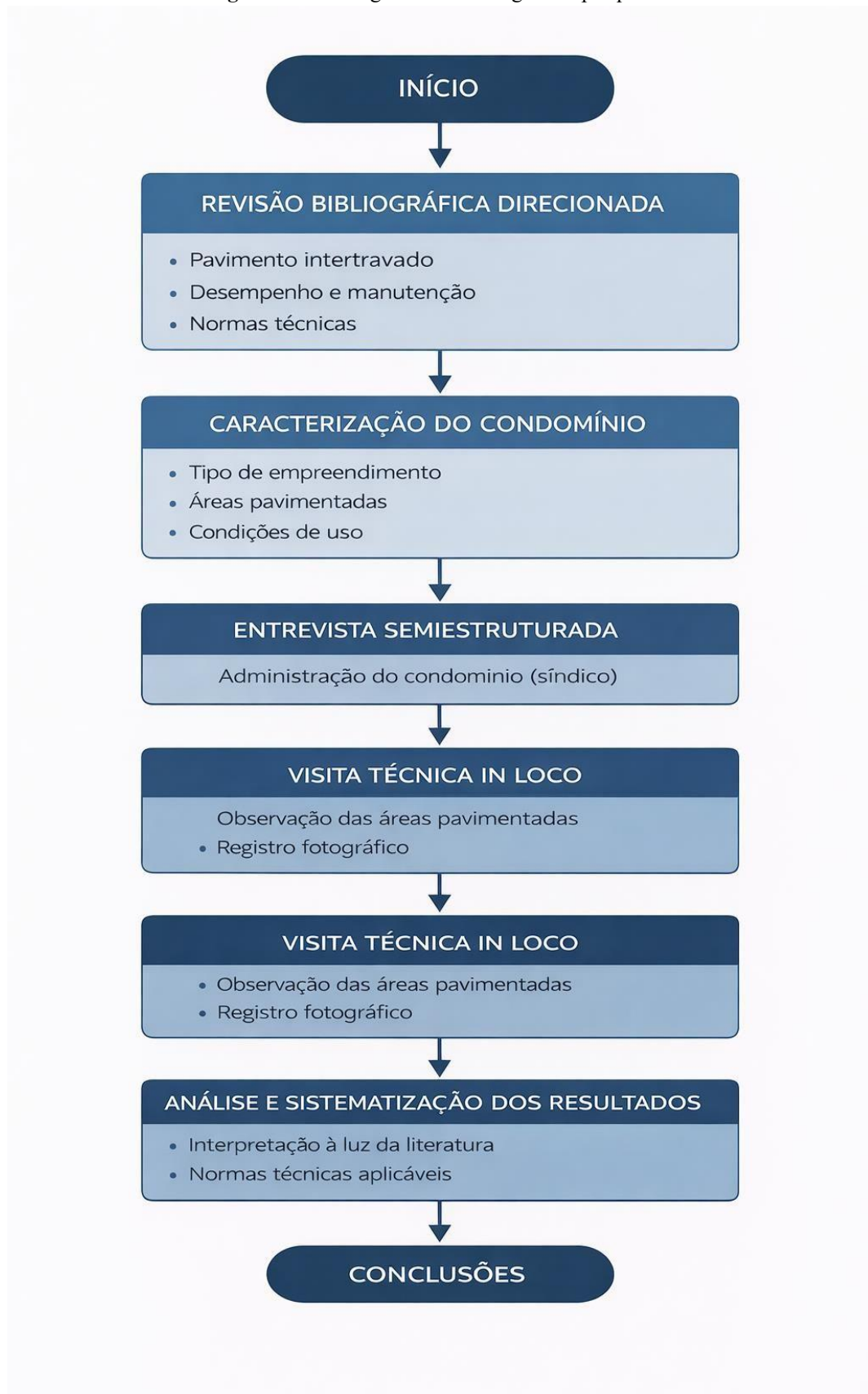
3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho caracterizou-se como um estudo de caso único, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa, voltado à análise do desempenho e das práticas de manutenção do pavimento intertravado de concreto existente em condomínio residencial localizado no município de Ananindeua-PA. O estudo fundamenta-se na revisão bibliográfica direcionada, na análise normativa e no desenvolvimento do estudo de caso. A pesquisa bibliográfica teve como objetivo reunir, sistematizar e interpretar informações técnicas relevantes relacionadas ao funcionamento, ao desempenho em uso e à manutenção do pavimento intertravado, com base em livros técnicos, normas brasileiras, artigos científicos, dissertações, teses e publicações especializadas na área de pavimentação urbana. Essa etapa forneceu o embasamento teórico necessário para a definição dos critérios utilizados na análise do pavimento existente e na elaboração das recomendações técnicas de manutenção preventiva. A adoção da abordagem qualitativa justificou-se pelo objetivo de compreender o desempenho do pavimento em condições reais de uso e as práticas de manutenção sob a perspectiva técnica e gerencial. A análise fundamentou-se na interpretação das condições observadas com base na literatura especializada e nas normas técnicas aplicáveis.

Para a avaliação do pavimento intertravado, foram adotados critérios qualitativos previamente definidos, tais como:

- Estado geral de conservação dos blocos;
- Presença de manifestações patológicas visíveis (desníveis, afundamentos, deslocamentos de peças, abertura de juntas);
- Condição do material de rejuntamento;
- Integridade do confinamento lateral;
- Condições aparentes de drenagem superficial.

Considerou-se desempenho satisfatório quando o pavimento apresentava estabilidade superficial, ausência de desníveis significativos e manutenção do intertravamento. Foram classificadas como manifestações patológicas relevantes aquelas que comprometessem a segurança dos usuários, a estabilidade do sistema ou demandas sem intervenção corretiva. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa foi desenvolvida por meio das seguintes etapas metodológicas:

Figura 07 – Fluxograma metodológico da pesquisa

Fonte: Elaboração própria (2026).

1. Revisão bibliográfica direcionada, voltada aos aspectos que fundamentam a análise do desempenho e das práticas de manutenção do pavimento intertravado de concreto, bem como às normas técnicas aplicáveis;
2. Caracterização do condomínio residencial, contemplando o tipo de empreendimento, a identificação das áreas pavimentadas e as condições gerais de uso do pavimento;
3. Realização de entrevista semiestruturada, de abordagem qualitativa, com a administração do condomínio (síndico), com o objetivo de identificar a percepção da gestão em relação ao desempenho do pavimento e às práticas de manutenção adotadas;
4. Visita técnica in loco, com observação direta das áreas pavimentadas e realização de levantamento fotográfico para registro das condições de uso e conservação do sistema;
5. Análise e sistematização dos resultados obtidos, fundamentadas na interpretação das condições observadas em campo à luz da literatura especializada e das normas técnicas aplicáveis.

As etapas metodológicas adotadas permitiram avaliar o pavimento intertravado sob a perspectiva do desempenho em condições reais de uso e das práticas de manutenção ao longo do tempo, fornecendo subsídios técnicos para a proposição de melhorias e boas práticas de conservação do sistema.

3.1 Critérios de Análise

A avaliação do pavimento intertravado foi realizada com base em critérios qualitativos definidos a partir da literatura técnica e das normas brasileiras aplicáveis ao sistema. Os seguintes parâmetros foram considerados:

Tabela 3.1 – Critérios de avaliação das condições do pavimento intertravado

Critério de Avaliação	Aspectos Observados
Estado geral de conservação	Avaliação da integridade superficial dos blocos, verificando presença de desgaste, fissuras ou quebras.
Manifestações patológicas	Identificação de desníveis, afundamentos localizados, deslocamento ou desalinhamento de peças, abertura excessiva de juntas e perda significativa de material de rejuntamento.
Condição do confinamento lateral	Verificação da estabilidade estrutural, alinhamento e integridade dos elementos de contenção do pavimento.
Condições de drenagem superficial	Análise do escoamento das águas pluviais e verificação de possível acúmulo de água sobre a superfície pavimentada.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Para fins de classificação, considerou-se desempenho satisfatório quando o pavimento apresentava estabilidade superficial, manutenção do intertravamento mecânico, ausência de desníveis significativos e condições adequadas de segurança e funcionalidade.

Foram classificadas como manifestações patológicas relevantes aquelas que comprometessem a segurança dos usuários, a estabilidade do sistema, o conforto de circulação ou que demandas sem intervenção corretiva, tais como afundamentos perceptíveis, deslocamento progressivo de blocos, falhas no confinamento lateral ou perda acentuada do material de rejuntamento.

3.2 Caracterização do Condomínio Estudado

O presente estudo foi desenvolvido a partir de um estudo de caso realizado em um condomínio residencial localizado no município de Ananindeua, na Região Metropolitana de Belém, Estado do Pará. A escolha do empreendimento ocorreu em função da presença predominante de pavimento intertravado de concreto nas áreas de circulação interna, o que possibilitou a realização de observações diretas sobre as condições de uso, conservação e manutenção desse sistema de pavimentação em ambiente residencial.

O condomínio caracteriza-se como um conjunto habitacional multifamiliar de padrão residencial vertical, com aproximadamente 22 anos de implantação. O empreendimento é composto por 480 unidades habitacionais, distribuídas em 24 blocos residenciais, organizados em tipologias A e B. Além das edificações habitacionais, o condomínio dispõe de áreas comuns destinadas à circulação interna de veículos, estacionamentos, acessos aos blocos e áreas de circulação de pedestres, configurando um sistema viário interno que atende às demandas cotidianas de mobilidade dos moradores e visitantes.

Conforme ilustrado na Figura 7, o sistema viário interno do condomínio é predominantemente pavimentado com pavimento intertravado de concreto, aplicado nas vias internas, áreas de estacionamento e acessos aos blocos residenciais. Esse tipo de pavimento foi adotado no empreendimento como solução construtiva para as áreas externas, contribuindo para a organização dos espaços de circulação e para o adequado escoamento superficial das águas pluviais, além de facilitar eventuais intervenções de manutenção.

O tráfego observado no local pode ser classificado como leve a moderado, composto majoritariamente por veículos de passeio, motocicletas e circulação eventual de veículos de serviço e manutenção, características típicas de empreendimentos residenciais desse porte. Esse padrão de utilização influencia diretamente nas solicitações mecânicas impostas ao pavimento, sendo um fator relevante para a análise do seu desempenho ao longo do tempo.

Além disso, considerando o período de utilização do empreendimento, o pavimento existente encontra-se submetido a um processo natural de desgaste decorrente do uso contínuo, das condições climáticas da região amazônica e das intervenções de manutenção realizadas ao longo dos anos. Dessa forma, a caracterização do condomínio constitui etapa fundamental para a compreensão do contexto de aplicação do pavimento intertravado e para a análise das condições observadas no estudo de caso.

Figura 7 – Vista geral do condomínio objeto de estudo.



Fonte: Acervo do autor (2025).

O condomínio dispõe de infraestrutura básica de drenagem superficial, constituída por canaletas e grelhas distribuídas ao longo das vias internas, associadas a faixas centrais executadas em concreto moldado in loco, destinadas à condução e ao escoamento das águas pluviais, conforme ilustrado na Figura 8. As áreas pavimentadas encontram-se em uso contínuo, estando submetidas às solicitações do tráfego veicular e às condições climáticas locais, fatores que

influenciam diretamente o desempenho funcional e estrutural do sistema. Nesse contexto, a eficiência do escoamento superficial e a integridade dos dispositivos de drenagem assumem papel fundamental na prevenção de patologias e na conservação do pavimento intertravado ao longo de sua vida útil.

Figura 8 – Canaleta de drenagem superficial integrada ao sistema de pavimento intertravado.



Fonte: Acervo do autor (2025).

As áreas pavimentadas encontram-se em uso contínuo, estando sujeitas à ação do tráfego, às condições climáticas locais e às intervenções de manutenção periódica, fatores que influenciam diretamente o desempenho do pavimento ao longo do tempo.

A escolha do condomínio como objeto de estudo deve-se à representatividade do sistema de pavimentação adotado e à viabilidade de realização de observações in loco e levantamento fotográfico das áreas pavimentadas, aspectos que permitiram a análise qualitativa do desempenho técnico, funcional e ambiental do pavimento intertravado existente.

3.3 Contato com a Administração do Condomínio

O desenvolvimento do estudo de caso demandou, inicialmente, o estabelecimento de contato formal com a administração do condomínio objeto da pesquisa, com a finalidade de obter autorização para a realização das atividades de campo necessárias ao trabalho.

O primeiro contato foi realizado por meio de comunicação eletrônica direcionada à síndica do condomínio, ocasião em que foram apresentados os objetivos do Trabalho de Conclusão de Curso, o caráter estritamente acadêmico da pesquisa e a finalidade do levantamento fotográfico das áreas pavimentadas. Foi explicitado que o estudo não possuía finalidade comercial, não envolveria intervenções físicas, obras ou modificações nas áreas comuns e não acarretaria qualquer ônus financeiro ao condomínio.

3.4 Entrevista com a Administração do Condomínio

Como parte dos procedimentos metodológicos adotados no estudo de caso, realizou-se uma entrevista semiestruturada de abordagem qualitativa com a administração do condomínio, especificamente com a síndica, com o objetivo de compreender a percepção da gestão condominial em relação ao pavimento intertravado existente.

A entrevista teve caráter exploratório e qualitativo, sendo conduzida de forma dialogada, com base em roteiro previamente definido, porém com flexibilidade para aprofundamento de aspectos considerados relevantes ao longo da conversa. Não foram utilizados instrumentos padronizados de mensuração, uma vez que o objetivo da coleta de dados consistiu na compreensão interpretativa das práticas de gestão e manutenção adotadas.

O foco da entrevista foi identificar o nível de conhecimento da administração acerca das características do pavimento intertravado, a importância atribuída ao sistema no contexto da gestão condominial, as práticas de manutenção atualmente adotadas e a percepção quanto ao desempenho, à durabilidade e aos custos associados ao pavimento. Buscou-se ainda compreender se a administração reconhece benefícios técnicos e ambientais relacionados ao uso do sistema, bem como eventuais dificuldades enfrentadas na sua conservação.

As informações obtidas por meio da entrevista foram utilizadas como subsídio qualitativo para complementar as observações realizadas durante a visita técnica e o levantamento fotográfico, permitindo uma análise integrada entre a fundamentação teórica, as condições observadas in loco e a percepção da administração do condomínio.

Roteiro de perguntas contemplou as seguintes questões orientadoras:

1. O pavimento intertravado existente no condomínio é considerado satisfatório pela administração em termos de desempenho e uso diário?

2. Na sua percepção, o pavimento intertravado apresenta vantagens em relação a outros tipos de pavimentação, como o asfáltico ou o concreto convencional? Quais?
3. Existe rotina definida de manutenção do pavimento intertravado no condomínio? Se sim, como ela é realizada?
4. Com que frequência são realizadas atividades de limpeza, retirada de vegetação ou reposição da areia de rejuntamento?
5. Já foram observados problemas recorrentes, como desníveis, deslocamento de blocos ou surgimento de vegetação entre as juntas?
6. Quando surgem problemas no pavimento, como a administração costuma proceder: manutenção localizada ou intervenções mais amplas?
7. Na sua avaliação, o custo de manutenção do pavimento intertravado é considerado baixo, moderado ou elevado para o condomínio?
8. Há interesse da administração em receber orientações técnicas ou manual simplificado de manutenção preventiva?
9. Quais melhorias a administração considera necessárias em relação ao pavimento intertravado existente?

3.5 Visita in loco e Procedimentos de Análise

A etapa de visita in loco constituiu procedimento fundamental para a avaliação qualitativa do pavimento intertravado existente no condomínio estudado. A análise foi conduzida por meio de inspeção visual criteriosa e registro fotográfico sistemático, com o objetivo de identificar manifestações patológicas, condições de uso e aspectos relacionados à manutenção do sistema.

A metodologia da inspeção foi estruturada nas seguintes etapas:

a) Planejamento e Reconhecimento da Área

Inicialmente, realizou-se o reconhecimento prévio das áreas a serem analisadas, abrangendo vias internas, estacionamentos, áreas de circulação de pedestres e acessos aos blocos residenciais. Foram definidos os pontos estratégicos de observação, considerando áreas de maior solicitação de tráfego e locais com potencial ocorrência de patologias.

b) Inspeção Visual Sistemática

A inspeção in loco foi realizada por meio de percurso técnico pelas áreas pavimentadas, observando-se criteriosamente o estado geral de conservação do pavimento. A avaliação foi

baseada em critérios subjetivos fundamentados na literatura técnica e nas normas aplicáveis (ABNT NBR 9781, ABNT NBR 15953, ABNT NBR 15575), considerando aspectos como:

- Integridade superficial dos blocos;
- Presença de afundamentos ou recalques localizados;
- Abertura excessiva de juntas;
- Perda de material de rejuntamento;
- Deslocamento ou rotação de peças;
- Quebra de blocos;
- Condições aparentes de drenagem superficial e acúmulo de água.

c) Levantamento Fotográfico

O levantamento fotográfico foi realizado de forma sistemática, contemplando:

- Fotografias panorâmicas, com o objetivo de contextualizar as áreas analisadas;
- Fotografias de detalhe, registrando manifestações patológicas específicas;
- Registros com elemento de referência (quando necessário), como escala visual, para evidenciar a severidade das ocorrências.

As imagens foram utilizadas como evidência técnica visual, não apenas com finalidade ilustrativa, mas como instrumento de documentação das condições reais do pavimento no momento da inspeção.

d) Análise das Patologias Identificadas

As manifestações observadas foram analisadas à luz da fundamentação teórica apresentada no Capítulo 2, buscando-se estabelecer relação entre as patologias identificadas e possíveis causas técnicas, tais como:

- Perda de material de rejuntamento;
- Sobrecarga pontual de tráfego;
- Falhas no confinamento lateral;
- Problemas de drenagem superficial.

Para sistematização da análise, as ocorrências foram classificadas quanto à severidade (baixa, média ou alta), considerando o impacto sobre a segurança dos usuários, a estabilidade do sistema e a necessidade de intervenção corretiva.

e) Instrumentos Utilizados

Durante a visita técnica foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Dispositivo móvel para registro fotográfico;
- Trena para referência dimensional pontual;
- Bloco de anotações para registro das observações;

f) Sistematização dos Dados

As informações obtidas foram organizadas em quadro de inspeção contendo:

Foto	Localização	Patologia Identificada	Severidade	Causa Provável
------	-------------	------------------------	------------	----------------

Essa sistematização subsidiou a elaboração do capítulo de Resultados e Discussão, permitindo análise crítica das condições observadas e fundamentação das recomendações de manutenção preventiva. Ressalta-se que a inspeção realizada não teve caráter pericial ou quantitativo, limitando-se à avaliação técnica qualitativa fundamentada na observação direta e na análise comparativa com os referenciais normativos e bibliográficos.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DIAGNÓSTICO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

Este capítulo apresenta a análise dos resultados obtidos a partir do estudo de caso realizado no Condomínio Residencial objeto de estudo, com base nas observações realizadas durante a visita técnica in loco, no levantamento fotográfico sistemático das áreas pavimentadas, na entrevista semiestruturada conduzida com a administração do condomínio e no confronto dessas informações com a fundamentação teórica e as normas técnicas aplicáveis.

4.1 Caracterização das Áreas Pavimentadas

4.1.1 Vias Internas

As vias internas do Condomínio Residencial objeto de estudo constituem uma das principais áreas de aplicação do pavimento intertravado de concreto, sendo destinadas predominantemente ao tráfego de veículos de passeio, motocicletas e circulação eventual de veículos de serviço. O volume de tráfego observado caracteriza-se como leve a moderado, compatível com a tipologia residencial do empreendimento.

Durante a visita técnica in loco, verificou-se que o pavimento intertravado das vias internas apresenta, de modo geral, condição estrutural satisfatória, mantendo estabilidade superficial e integridade da maior parte das peças. Não foram identificadas deformações generalizadas ou falhas estruturais extensas ao longo das vias principais.

Figura 9 – Vista geral das vias internas pavimentadas com blocos intertravados de concreto.



Fonte: Acervo do autor (2025).

A Figura 9 evidencia trecho representativo das vias internas do condomínio, demonstrando a aplicação predominante do pavimento intertravado ao longo da circulação veicular. Observa-se estabilidade superficial, ausência de recalques significativos e manutenção do intertravamento entre as peças, indicando desempenho estrutural compatível com o nível de tráfego observado. Verificam-se, contudo, manifestações pontuais relacionadas ao uso contínuo, tais como escurecimento superficial decorrente da ação do tráfego e das condições climáticas locais, além de indícios localizados de perda de material de rejuntamento.

Em pontos específicos, especialmente próximos a áreas de manobra e acessos aos blocos residenciais, foram observados pequenos desníveis associados à concentração de cargas em trilhas de roda. Tais ocorrências não configuram comprometimento estrutural generalizado, mas indicam necessidade de monitoramento periódico e manutenção preventiva.

A textura superficial dos blocos contribui para a moderação natural da velocidade dos veículos, favorecendo a segurança viária no ambiente condominial. Ademais, a modularidade do sistema possibilita intervenções localizadas sem necessidade de recomposição integral da área pavimentada, característica relevante para a gestão condominial.

De forma geral, as vias internas demonstram desempenho satisfatório frente às condições de uso observadas, apresentando apenas demandas típicas de manutenção preventiva relacionadas ao rejuntamento e ao acompanhamento dos pontos de maior solicitação mecânica.

4.1.2 Estacionamentos

Nas áreas destinadas ao estacionamento de veículos, o pavimento intertravado apresenta, de modo geral, desempenho compatível com as solicitações de uso observadas, suportando adequadamente as cargas estáticas e dinâmicas de veículos de passeio. Durante a inspeção in loco, verificou-se estabilidade superficial satisfatória na maior parte das vagas, sem indícios de afundamentos generalizados ou falhas estruturais extensas.

Observou-se também que a presença das juntas entre os blocos contribui para a drenagem superficial, permitindo infiltração parcial das águas pluviais e reduzindo a formação de lâminas d'água em condições normais de precipitação. Esse aspecto favorece as condições de uso das vagas e está alinhado às características funcionais do sistema intertravado.

Entretanto, constatou-se que determinadas áreas de estacionamento sofreram intervenções posteriores. A figura 10 mostra uma das áreas de estacionamento que sofreu substituição parcial do pavimento intertravado por concreto moldado in loco, evidenciando alteração do padrão construtivo originalmente adotado no condomínio. Essa alteração descaracterizou o padrão

construtivo originalmente adotado e resultou na formação de desníveis entre os diferentes tipos de pavimentação.

Figura 10 – Substituição do pavimento intertravado por pavimento rígido em área de estacionamento.



Fonte: Acervo do autor (2025).

Observa-se que a transição entre o pavimento rígido e o pavimento intertravado não apresenta tratamento adequado de compatibilização, resultando em desnível perceptível entre as superfícies. Essa descontinuidade pode comprometer o conforto dos usuários, a acessibilidade e o escoamento superficial das águas pluviais, especialmente em períodos de chuva intensa. Além disso, a proximidade da grelha de drenagem evidencia possível interferência hidráulica decorrente da modificação do sistema original, podendo alterar o comportamento do escoamento superficial. Sob a perspectiva técnica, a substituição pontual do sistema modular por pavimento monolítico reduz a flexibilidade de manutenção localizada, característica fundamental do pavimento intertravado.

Essa situação reforça a necessidade de diretrizes técnicas claras para intervenções corretivas, evitando soluções que comprometam a uniformidade funcional e estrutural do sistema pavimentado.

4.1.3 Áreas de Circulação de Pedestres

Nas áreas destinadas à circulação de pedestres, o pavimento intertravado é amplamente utilizado em calçadas, acessos aos blocos e áreas de transição entre estacionamentos e edificações.

Durante a visita técnica, observou-se que, de modo geral, as áreas destinadas à circulação de pedestres apresentam superfície regular e condições adequadas de uso, permitindo deslocamento seguro dos moradores. A textura superficial dos blocos contribui para boa aderência, favorecendo a segurança, inclusive em períodos chuvosos.

Entretanto, em alguns trechos pontuais, foram identificadas pequenas irregularidades associadas à perda de material de rejuntamento e ao surgimento de vegetação entre as juntas, especialmente em áreas menos utilizadas ou próximas a elementos de drenagem. Essas ocorrências, embora não comprometam significativamente a circulação no momento da inspeção, indicam necessidade de manutenção preventiva periódica.

Observou-se ainda que o padrão geométrico e a tonalidade diferenciada dos blocos contribuem para a organização visual dos espaços internos do condomínio, auxiliando na distinção entre áreas de circulação, estacionamento e convivência. No entanto, a manutenção da regularidade superficial e da integridade das juntas é fundamental para garantir acessibilidade plena, especialmente para pessoas com mobilidade reduzida.

De forma geral, as áreas de circulação de pedestres apresentam desempenho funcional satisfatório, porém dependem de inspeção e conservação contínua para evitar evolução de desníveis localizados e perda progressiva do intertravamento.

4.2 Manifestações Patológicas Observadas

4.2.1 Desgaste Superficial

De modo geral, o pavimento intertravado do condomínio apresenta desgaste superficial compatível com o tempo de serviço aproximado do empreendimento (cerca de 22 anos) e com o tráfego leve a moderado característico do uso residencial.

Durante a inspeção visual in loco, observou-se abrasão superficial nos blocos de concreto, especialmente em áreas sujeitas à maior solicitação mecânica, como acessos aos estacionamentos, trechos de manobra e vias principais. O desgaste manifesta-se por meio de escurecimento da superfície, perda parcial da textura original e leve polimento em trilhas de roda.

Conforme descrito na literatura técnica sobre pavimentos intertravados, o desgaste superficial é um fenômeno esperado ao longo da vida útil do sistema, decorrente da ação repetida do tráfego, da abrasão provocada por partículas sólidas e da exposição às intempéries. No caso

analisado, as manifestações observadas não configuram comprometimento estrutural nem perda significativa da capacidade de intertravamento.

Sob a ótica dos critérios de análise definidos na metodologia, o desgaste identificado foi classificado como de baixa severidade, não sendo considerado manifestação patológica relevante, mas sim condição natural de envelhecimento do material.

Todavia, recomenda-se o monitoramento periódico das áreas de maior solicitação, especialmente quanto à evolução do polimento superficial, uma vez que o desgaste excessivo pode, em estágios avançados, comprometer a aderência e favorecer o escorregamento em condições de piso molhado.

4.2.2 Desníveis e Irregularidades

Durante a inspeção in loco foram identificados pontos isolados com desníveis entre blocos intertravados, especialmente em trechos sujeitos à maior solicitação mecânica. Essas irregularidades encontram-se associadas à perda progressiva do material de rejuntamento e a recalques localizados da base.

Figura 11 – Vias internas com desníveis localizados e perda de material de rejuntamento.



Fonte: Acervo do autor (2025).

Observa-se na Figura 11 a presença de desagregação superficial, exposição da camada de assentamento e deslocamento pontual de blocos, resultando em irregularidade geométrica do pavimento. Nota-se ainda presença de vegetação nas juntas, indicativo de manutenção insuficiente do material de rejuntamento.

Os desníveis observados apresentam-se predominantemente associados a recalques localizados da base ou à execução de reparos sem a recomposição adequada das camadas constituintes do sistema (base, camada de assentamento e rejuntamento). Em alguns casos, verificou-se descontinuidade geométrica na transição entre diferentes tipos de pavimentação, comprometendo a uniformidade superficial.

Sob os critérios estabelecidos na metodologia, tais ocorrências foram classificadas como manifestações patológicas de severidade média, uma vez que não configuram falha estrutural generalizada, mas interferem no desempenho funcional do pavimento. Do ponto de vista operacional, essas irregularidades podem:

- Gerar desconforto na circulação de pedestres e veículos;
- Comprometer a acessibilidade, especialmente para pessoas com mobilidade reduzida;
- Favorecer o acúmulo localizado de água pluvial;
- Contribuir para a progressão de danos no entorno da área afetada.

Dessa forma, recomenda-se a correção localizada por meio da remoção controlada das peças, recomposição da base quando necessário e reinstalação adequada dos blocos, preservando as características técnicas originais do sistema intertravado.

4.2.3 Perda de Material de Rejuntamento

Durante a inspeção visual realizada nas vias internas e áreas de estacionamento do condomínio, verificou-se perda significativa do material de rejuntamento em diversos trechos do pavimento intertravado. A manifestação caracteriza-se pela ausência parcial ou total da areia fina entre os blocos, resultando na exposição da camada de assentamento e na redução do confinamento lateral das peças. A Figura 12 evidencia perda expressiva de material de rejuntamento, especialmente na região adjacente ao dispositivo de drenagem superficial. Observa-se exposição da camada de assentamento e desagregação progressiva do pavimento, indicando comprometimento do intertravamento mecânico entre as peças.

Figura 12 – Perda de material de rejuntamento e desgaste superficial das peças intertravadas



Fonte: Acervo do autor (2025).

A concentração de escoamento superficial nas proximidades da grelha contribui para o carregamento do material fino das juntas, acelerando o processo de degradação. Tal condição, se não corrigida, pode evoluir para recalques localizados, deslocamento das peças e instabilidade estrutural pontual.

No caso analisado, a perda de rejuntamento encontra-se associada à ação do tráfego contínuo, à lavagem superficial provocada por águas pluviais e à inexistência de rotina sistemática de reposição do material. Observa-se ainda presença de vegetação em algumas juntas, fenômeno diretamente relacionado à deficiência na manutenção preventiva.

Sob os critérios estabelecidos na metodologia, a manifestação foi classificada como de severidade média a alta, considerando que, embora não haja falha estrutural generalizada, a progressão da perda de rejuntamento pode comprometer o desempenho funcional e a durabilidade do pavimento.

Dessa forma, recomenda-se a execução de manutenção corretiva localizada, compreendendo varrição completa da área, reaplicação de areia seca de granulometria adequada, vibrocompactação superficial e implementação de rotina periódica de inspeção e reposição do material como medida preventiva.

4.2.4 Presença de Vegetação nas Juntas

Durante a inspeção in loco foram identificados pontos isolados com presença de vegetação nas juntas do pavimento intertravado, especialmente em áreas de menor tráfego e em trechos onde se verificou perda significativa do material de rejuntamento.

A manifestação caracteriza-se pelo crescimento de gramíneas e pequenas espécies vegetais entre os blocos, fenômeno diretamente associado à ausência ou insuficiência do material de rejuntamento, ao acúmulo de material orgânico e à umidade proveniente do escoamento superficial das águas pluviais.

Figura 13 – Presença de vegetação nas juntas do pavimento intertravado



Fonte: Acervo do autor (2025).

A Figura 13 evidencia crescimento de vegetação nas juntas do pavimento intertravado, especialmente em faixa correspondente à trilha de roda, onde houve perda significativa do material de rejuntamento. Observa-se exposição da camada de assentamento e presença de solo fino, criando ambiente favorável ao desenvolvimento vegetal.

O crescimento radicular contribui para o aumento progressivo da abertura das juntas, redução do confinamento lateral e intensificação da degradação superficial do sistema. Embora essa manifestação não represente, isoladamente, comprometimento estrutural imediato, atua como fator acelerador de deterioração quando associada à perda de rejuntamento e à infiltração de água.

A presença de vegetação compromete o desempenho funcional do pavimento, uma vez que:

- Reduz o confinamento lateral entre os blocos;
- Favorece a infiltração de água nas camadas inferiores;
- Amplia a abertura das juntas por ação radicular;
- Contribui para a progressão da desagregação superficial.

Além disso, o crescimento vegetal indica deficiência na manutenção preventiva, especialmente quanto à reposição periódica do material de rejuntamento e à limpeza superficial das juntas. Sob os critérios definidos na metodologia adotada neste estudo, a manifestação foi classificada como de severidade leve a média, considerando que não configura falha estrutural generalizada, mas pode evoluir para danos mais significativos caso não sejam realizadas intervenções corretivas.

Recomenda-se, portanto, a remoção manual ou mecânica da vegetação, limpeza das juntas, reaplicação de areia seca com granulometria adequada e implementação de rotina periódica de inspeção, visando preservar o intertravamento mecânico e prolongar a vida útil do pavimento.

4.3 Condições de Drenagem Observadas

No que se refere à drenagem, o pavimento intertravado apresenta, de modo geral, desempenho satisfatório na maior parte das áreas analisadas. A presença das juntas entre os blocos favorece a infiltração parcial das águas pluviais, contribuindo para a redução da formação de lâminas superficiais e para o escoamento adequado durante eventos de precipitação.

Entretanto, foram identificados pontos localizados de acúmulo de água associados a desníveis superficiais, recalques pontuais e intervenções construtivas inadequadas. Observou-se que, em áreas onde o pavimento intertravado foi parcialmente substituído por pavimento rígido de concreto, ocorreu descontinuidade geométrica e alteração do padrão de escoamento superficial, comprometendo parcialmente a eficiência do sistema de drenagem.

Figura 14 – Vista geral do sistema de drenagem superficial longitudinal em área de estacionamento.



Fonte: Acervo do autor (2025).

A Figura 14 evidencia o sistema de drenagem superficial longitudinal implantado na área de estacionamento, constituído por canaleta central associada ao pavimento intertravado. Verificasse que o sistema se encontra funcional; contudo, observam-se manifestações pontuais, como presença de vegetação, desgaste superficial e pequenas falhas na interface entre o pavimento rígido e os blocos intertravados.

Adicionalmente, constatou-se que a perda de material de rejuntamento nas proximidades dos dispositivos de drenagem favorece a lavagem de finos, contribuindo para a progressão de manifestações patológicas e para a redução do confinamento lateral das peças.

De forma geral, o sistema apresenta desempenho hidráulico satisfatório em termos globais. Todavia, recomenda-se o monitoramento periódico das áreas críticas, manutenção preventiva do rejuntamento e inspeção regular dos dispositivos de captação, visando preservar a eficiência do escoamento superficial e a durabilidade do pavimento intertravado.

4.4 Avaliação Global do Estado de Conservação

A análise integrada das manifestações patológicas observadas, das condições de drenagem e das intervenções realizadas ao longo do tempo permitiu classificar o estado geral do pavimento intertravado do condomínio como satisfatório, com necessidade de manutenção corretiva pontual.

De modo geral, o sistema mantém sua integridade estrutural, não sendo identificadas falhas generalizadas ou comprometimento significativo da capacidade resistente do pavimento. O desempenho estrutural observado mostra-se compatível com o tráfego leve a moderado característico de empreendimentos residenciais, composto predominantemente por veículos de passeio, motocicletas e circulação eventual de veículos de serviço.

Entretanto, foram identificadas manifestações patológicas localizadas, associadas principalmente à ausência de rotina sistemática de manutenção preventiva. Entre as ocorrências observadas destacam-se:

- perda de material de rejuntamento;
- presença de vegetação espontânea nas juntas;
- desníveis superficiais localizados;
- intervenções executadas com concreto convencional incompatível com o sistema modular.

Observou-se ainda que algumas intervenções realizadas ao longo do tempo não seguiram os princípios técnicos recomendados para pavimentos intertravados, especialmente nos casos em que houve substituição pontual do sistema por pavimento rígido de concreto sem transição adequada entre os materiais. Tais intervenções comprometem parcialmente a uniformidade geométrica do pavimento, além de interferirem no desempenho hidráulico e nas condições de manutenção futura do sistema.

Apesar dessas ocorrências, o pavimento intertravado original demonstra elevado potencial de recuperação funcional, uma vez que sua concepção modular permite intervenções localizadas eficientes por meio da remoção, correção da base e reassentamento das peças, desde que observadas as recomendações técnicas aplicáveis.

Além das práticas de manutenção adotadas ao longo do tempo, o desempenho observado também indica que a execução original do pavimento intertravado foi realizada de forma tecnicamente adequada. Considerando que o empreendimento possui aproximadamente 22 anos de implantação e que a literatura técnica aponta vida útil média da ordem de 20 a 25 anos para pavimentos intertravados quando corretamente executados e mantidos, o estado atual de conservação do sistema sugere que as etapas construtivas iniciais — incluindo preparo do

subleito, execução das camadas granulares, assentamento das peças e confinamento lateral — foram executadas de maneira satisfatória. Dessa forma, evidencia-se que a durabilidade e o desempenho funcional do pavimento não dependem exclusivamente das ações de manutenção preventiva, mas também da qualidade do processo executivo adotado na implantação do empreendimento.

As condições observadas durante a inspeção técnica in loco, associadas ao registro fotográfico e às informações obtidas junto à administração do condomínio, indicam que o pavimento apresenta desempenho estrutural global satisfatório para as condições de uso verificadas. Dessa forma, conclui-se que o pavimento intertravado atende tecnicamente às necessidades do condomínio analisado, apresentando condição estrutural global satisfatória, porém demandando a implementação de rotina sistemática de manutenção preventiva e corretiva, resultado que pode ser atribuído tanto à qualidade da execução inicial do sistema quanto à possibilidade de realização de intervenções localizadas de manutenção preventiva e corretiva ao longo do tempo. As diretrizes e recomendações técnicas para essa manutenção são apresentadas no capítulo seguinte.

5 RECOMENDAÇÕES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO PAVIMENTO INTERTRAVADO NO CONDOMÍNIO OBJETO DE ESTUDO

Com base no diagnóstico técnico apresentado no Capítulo 4, verificou-se que o pavimento intertravado existente no condomínio apresenta desempenho estrutural global satisfatório, sendo as manifestações identificadas predominantemente associadas à ausência de rotina sistemática de manutenção preventiva.

Dessa forma, este capítulo apresenta recomendações técnicas voltadas à preservação do desempenho estrutural, funcional e hidráulico do sistema, com o objetivo de prolongar sua vida útil e evitar a progressão das manifestações patológicas observadas.

As orientações propostas fundamentam-se nas observações realizadas durante a visita in loco, no levantamento fotográfico, na entrevista semiestruturada com a administração e nas diretrizes técnicas aplicáveis ao sistema intertravado.

5.1 Implantação de Rotina Sistemática de Manutenção Preventiva

A principal medida recomendada consiste na implantação formal de uma rotina periódica de inspeção e manutenção do pavimento intertravado.

Sugere-se a realização de inspeções visuais semestrais, contemplando:

- Verificação da integridade superficial dos blocos;
- Avaliação do material de rejuntamento;
- Identificação de vegetação nas juntas;
- Observação de desníveis ou recalques localizados;
- Análise das condições de drenagem superficial.

A inspeção preventiva permite a adoção de intervenções pontuais de baixo custo, evitando a evolução para patologias de maior severidade.

5.2 Procedimentos Técnicos de Manutenção Preventiva

5.2.1 Limpeza Superficial

Recomenda-se limpeza periódica por varrição manual ou mecanizada, preferencialmente mensal, intensificando-se em períodos chuvosos.

Objetivos técnicos:

- Remover resíduos e material orgânico;
- Evitar obstrução das juntas;
- Reduzir retenção de umidade.

Deve-se evitar jatos de alta pressão diretamente sobre as juntas.

5.2.2 Controle de Vegetação

A presença de vegetação indica deficiência no rejuntamento.

Recomenda-se:

- Remoção manual ou mecânica;
- Limpeza das juntas;
- Reposição imediata da areia de rejuntamento.

O uso de produtos químicos deve ser tecnicamente controlado.

5.2.3 Reposição da Areia de Rejuntamento

A manutenção do rejuntamento é fundamental para o intertravamento mecânico.

Procedimento recomendado:

- Limpeza da área;
- Aplicação de areia fina, limpa e seca;
- Varrição até preenchimento completo;
- Compactação leve.

Periodicidade sugerida: semestral ou conforme necessidade.

5.2.4 Correção de Desníveis Localizados

Quando identificados recalques ou desníveis:

- Remover blocos afetados;
- Regularizar camada de assentamento;
- Corrigir base, se necessário;
- Reassentar blocos originais;
- Reaplicar rejuntamento.

Evitar substituição por concreto convencional.

5.2.5 Padronização das Intervenções

Toda intervenção deve preservar o sistema modular original.

Não se recomenda:

- Substituição por pavimento rígido;
- Reparos incompatíveis com o padrão existente.

Em serviços de redes subterrâneas, os blocos devem ser removidos e reinstalados após a intervenção.

5.3 Ferramentas de Apoio à Gestão Condominial

5.3.1 Capacitação da Administração

Sugere-se orientação técnica básica à administração sobre:

- Funcionamento do sistema intertravado;
- Importância do rejuntamento;
- Procedimentos corretos de reparo;
- Riscos de intervenções inadequadas.

A conscientização dos usuários também contribui para preservação do pavimento.

5.3.2 Rotina Estruturada de Manutenção

Com o objetivo de sistematizar as recomendações técnicas apresentadas neste item e transformar as diretrizes preventivas em instrumento aplicável à gestão condominial, elaborou-se uma proposta de rotina estruturada de manutenção preventiva do pavimento intertravado. A adoção de procedimentos periódicos de inspeção e conservação constitui estratégia fundamental para a preservação das condições de desempenho do sistema ao longo do tempo. A manutenção preventiva permite identificar precocemente manifestações patológicas incipientes, possibilitando intervenções corretivas de pequena escala e evitando a evolução de danos que possam comprometer o funcionamento adequado do pavimento.

No contexto de empreendimentos residenciais, nos quais o tráfego é predominantemente leve a moderado, a implementação de um programa sistemático de manutenção contribui significativamente para a conservação das características estruturais, funcionais e hidráulicas do pavimento intertravado. Entre os benefícios associados à manutenção preventiva destacam-se a preservação do intertravamento mecânico entre os blocos, a manutenção da estabilidade superficial, a adequada condição do material de rejuntamento e o funcionamento eficiente do sistema de drenagem superficial.

Além disso, a organização periódica das atividades de inspeção e manutenção favorece a gestão técnica do pavimento, permitindo à administração condominial planejar intervenções de forma mais eficiente, reduzir custos associados a reparos emergenciais e ampliar a vida útil do sistema. Nesse contexto, a estruturação de rotinas de manutenção torna-se ferramenta importante para orientar as ações de conservação e padronizar os procedimentos adotados ao longo do tempo. A Tabela 5.1 apresenta a síntese das atividades recomendadas, indicando os procedimentos a serem executados, a periodicidade sugerida e os objetivos técnicos associados a cada ação preventiva.

Tabela 5.1 – Rotina recomendada de manutenção preventiva do pavimento intertravado

Atividade	Procedimento Técnico	Frequência Recomendada	Objetivo
Limpeza superficial	Varrição manual ou mecanizada para remoção de resíduos, folhas e material orgânico	Mensal	Preservar juntas, facilitar inspeção e manter estética
Inspeção visual	Verificação geral do pavimento (rejuntamento, alinhamento, vegetação e drenagem)	Semestral	Identificar precocemente manifestações patológicas
Controle de vegetação	Remoção manual ou mecânica de plantas nas juntas	Trimestral ou quando necessário	Preservar intertravamento e estabilidade
Reposição de rejuntamento	Aplicação de areia fina, limpa e seca, seguida de varrição e acomodação	Semestral ou conforme necessidade	Garantir confinamento lateral e estabilidade
Reassentamento de blocos	Remoção e reposicionamento de peças desniveladas com correção da base	Pontual	Restabelecer nivelamento e conforto de uso
Limpeza de drenagem	Desobstrução de grelhas, canaletas e dispositivos de captação	Trimestral	Assegurar escoamento adequado das águas pluviais
Avaliação técnica especializada	Inspeção por profissional habilitado para análise global do pavimento	Anual	Planejar intervenções preventivas e corretivas

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.4 Produto Técnico Desenvolvido

Como contribuição prática deste Trabalho de Conclusão de Curso, elaborou-se um Manual Simplificado de Manutenção Preventiva do Pavimento Intertravado, destinado à administração do condomínio objeto de estudo, apresentado no Apêndice A.

O manual foi desenvolvido com o objetivo de transformar os resultados da pesquisa em um instrumento técnico de aplicação prática, capaz de orientar a gestão condominial quanto às ações necessárias para a conservação adequada do pavimento intertravado. Para isso, o documento consolida diretrizes fundamentadas em normas técnicas brasileiras e na literatura especializada, apresentando procedimentos operacionais, periodicidades recomendadas de inspeção e orientações de gestão voltadas à manutenção preventiva do sistema.

Além disso, o manual propõe um conjunto estruturado de boas práticas de conservação, inspeção e monitoramento, organizadas de forma clara e acessível para utilização pela administração do condomínio. Entre os aspectos contemplados estão orientações para identificação precoce de manifestações patológicas, controle da perda de rejuntamento, manejo de vegetação nas juntas, verificação de desníveis e procedimentos adequados para intervenções localizadas no pavimento.

A elaboração desse produto técnico busca facilitar a tomada de decisão por parte da administração condominial, contribuindo para a implementação de uma rotina sistemática de manutenção preventiva. A adoção dessas práticas pode reduzir custos futuros com reparos corretivos, preservar a funcionalidade do pavimento e prolongar sua vida útil, garantindo melhores condições de uso para moradores e usuários do empreendimento.

Dessa forma, o manual desenvolvido representa uma ferramenta prática de gestão da infraestrutura condominial, traduzindo o conhecimento técnico-científico produzido no âmbito acadêmico em um instrumento aplicável à realidade do empreendimento estudado. Com isso, o produto técnico reforça o papel da engenharia civil na promoção de soluções que integram diagnóstico técnico, planejamento de manutenção e melhoria da gestão de sistemas construtivos em ambientes urbanos residenciais.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar o desempenho e as condições de manutenção do pavimento intertravado de concreto aplicado em condomínio residencial, por meio de estudo de caso único, de natureza exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa.

A investigação, fundamentada em revisão bibliográfica, análise das normas técnicas aplicáveis e avaliação in loco, permitiu compreender o comportamento do sistema em condições reais de uso, considerando aspectos estruturais, funcionais e hidráulicos.

Com base nos critérios previamente definidos na metodologia — estabilidade superficial, preservação do intertravamento, ausência de falhas estruturais generalizadas, condição do rejuntamento e funcionamento da drenagem superficial — verificou-se que o pavimento intertravado apresenta desempenho global satisfatório para as condições de tráfego leve a moderado observadas no empreendimento.

Não foram identificadas patologias estruturais generalizadas ou perda significativa da capacidade resistente do sistema. As manifestações observadas caracterizam-se como pontuais e relacionadas, principalmente, à ausência de rotina sistemática de manutenção preventiva.

Entre as ocorrências identificadas destacam-se:

- perda localizada de material de rejuntamento;
- presença de vegetação espontânea nas juntas;
- desníveis superficiais pontuais;
- intervenções executadas com materiais incompatíveis com o sistema modular.

Tais manifestações, embora não comprometam a estabilidade global do pavimento no momento da análise, configuram fatores de risco à durabilidade do sistema caso não sejam tratadas adequadamente.

Os resultados confirmam que o pavimento intertravado constitui solução tecnicamente adequada para condomínios residenciais, especialmente em razão de sua modularidade, facilidade de manutenção localizada e potencial de preservação da drenagem superficial, desde que associado à adoção de práticas preventivas sistematizadas.

Como contribuição prática do estudo, destaca-se a elaboração de um manual simplificado de manutenção preventiva do pavimento intertravado, desenvolvido com base no diagnóstico técnico realizado no empreendimento, na literatura especializada e nas normas técnicas aplicáveis. Esse manual apresenta orientações objetivas para a realização de inspeções periódicas, identificação de manifestações patológicas iniciais e execução de procedimentos básicos de conservação do sistema.

Além disso, foi proposto um instrumento estruturado de inspeção periódica, que permite à administração condominial acompanhar as condições do pavimento ao longo do tempo, favorecendo a adoção de intervenções preventivas e reduzindo a ocorrência de degradações progressivas.

Dessa forma, o trabalho não apenas analisou o desempenho do pavimento intertravado em ambiente residencial, mas também propôs ferramentas práticas de gestão e manutenção, capazes de auxiliar administradores condominiais na preservação da funcionalidade, durabilidade e segurança do sistema.

Conclui-se, portanto, que o desempenho do pavimento intertravado em condomínios residenciais está diretamente condicionado à qualidade das práticas de manutenção adotadas ao longo do tempo, sendo a implementação de rotinas preventivas um fator determinante para a preservação de suas características estruturais, funcionais e ambientais.

6.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Para aprofundamento da temática abordada, recomenda-se que pesquisas futuras:

- Desenvolvam análises quantitativas do desempenho estrutural e hidráulico do pavimento intertravado, incluindo ensaios de permeabilidade, avaliação de recalques e monitoramento do comportamento do sistema ao longo do tempo;
- Realizem estudos comparativos de custo ao longo do ciclo de vida entre pavimentos intertravados, flexíveis e rígidos, considerando diferentes cenários de tráfego, manutenção e condições de uso;
- Avaliem o comportamento do sistema sob distintas condições geotécnicas e climáticas, de modo a ampliar a compreensão de sua aplicabilidade em diferentes contextos urbanos;
- Investiguem a aplicação de pavimentos intertravados permeáveis como estratégia integrada de drenagem urbana sustentável, considerando seus benefícios hidráulicos e ambientais;
- Analisem a aplicação e a eficácia de protocolos estruturados de manutenção preventiva, como o instrumento de inspeção proposto neste trabalho, avaliando sua contribuição para a ampliação da vida útil do pavimento e para a redução de custos associados à manutenção em ambientes condominiais.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de pavimento intertravado de concreto**. São Paulo: ABCP, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9781: **Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 11803. **Materiais para base ou sub-base de pavimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15953. **Pavimento intertravado com peças de concreto – Execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico: resultados preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- PINTO, Sérgio; PREUSSLER, E. **Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2002.
- SHACKEL, Brian. **The design and construction of interlocking concrete pavements**. Sydney: UNSW Press, 2006.
- SILVA, José Carlos da. **Pavimentação urbana sustentável: conceitos e aplicações**. Curitiba: Appris, 2016.
- TUCCI, Carlos E. M. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2017.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **World cities report: the value of sustainable urbanization**. Nairobi: UN-Habitat, 2020.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A

MANUAL SIMPLIFICADO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO PAVIMENTO INTERTRAVADO DE CONCRETO NO CONDOMÍNIO RESIDENCIAL – OBJETO DE ESTUDO.

1 APRESENTAÇÃO

Este manual foi elaborado como produto técnico do Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (UFPA), com o objetivo de orientar a administração do condomínio quanto às boas práticas de manutenção preventiva do pavimento intertravado de concreto.

As diretrizes apresentadas fundamentam-se nas normas técnicas brasileiras ABNT NBR 9781 e ABNT NBR 15953, na literatura especializada e no diagnóstico técnico realizado in loco.

Sua finalidade é preservar:

- O desempenho estrutural do pavimento;
- A estabilidade e o intertravamento mecânico dos blocos;
- A funcionalidade e segurança dos usuários;
- A eficiência da drenagem superficial;
- A durabilidade e valorização do empreendimento.

2 CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

O pavimento intertravado é composto por blocos de concreto pré-moldados assentados sobre camada de areia, cujo travamento ocorre pelo preenchimento das juntas com material granular fino. Seu desempenho depende de:

- Integridade da base e sub-base;
- Confinamento lateral adequado;
- Manutenção periódica do material de rejuntamento;
- Correção pontual de recalques ou desníveis.

A ausência de manutenção preventiva compromete progressivamente o intertravamento mecânico, favorece a perda de estabilidade superficial e pode reduzir significativamente a vida útil do sistema.

3 IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva:

- Reduz custos com intervenções corretivas;
- Evita a progressão de manifestações patológicas;
- Preserva a drenagem superficial;
- Mantém estética e segurança;
- Prolonga a vida útil do sistema.

A negligência pode resultar em:

- Perda de material de rejuntamento;
- Crescimento de vegetação nas juntas;
- Desníveis e recalques localizados;
- Lavagem de finos nas áreas de drenagem.

4 ROTINA TÉCNICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

4.1 Limpeza Superficial Procedimento:

- Varrição manual ou mecanizada;
- Remoção de resíduos sólidos e material orgânico.

Evitar: utilização de jatos de alta pressão diretamente sobre as juntas.

Periodicidade: Mensal.

4.2 Controle de Vegetação Procedimento:

- Remoção manual ou mecânica das plantas;
- Limpeza das juntas;
- Reposição imediata da areia de rejuntamento.

Evitar: uso indiscriminado de produtos químicos agressivos.

Periodicidade: Sempre que identificado.

4.3 Reposição do Material de Rejuntamento

Procedimento:

- Limpeza prévia da superfície;
- Aplicação de areia fina, limpa e seca;
- Varrição até o preenchimento completo das juntas;
- Compactação leve para acomodação do material.

Periodicidade: Semestral ou conforme necessidade.

4.4 Correção de Desníveis Localizados

Procedimento:

- Remover os blocos afetados;
- Regularizar a camada de assentamento;
- Corrigir a base, se necessário; □ Reassentar os blocos originais;
- Reaplicar areia de rejuntamento.

Periodicidade: Pontual.

4.5 Manutenção da Drenagem

Procedimento:

- Limpeza de grelhas e canaletas;
- Remoção de sedimentos;
- Verificação de acúmulo de água.

Periodicidade: Trimestral.

5 PRÁTICAS INADEQUADAS (EVITAR)

- Substituir trechos de pavimento intertravado por concreto convencional;
- Executar remendos com argamassa;
- Lavar com jato de alta pressão diretamente nas juntas;
- Realizar intervenções sem orientação técnica.

A adoção de rotina sistemática de manutenção preventiva constitui medida essencial para a preservação do desempenho estrutural, funcional e hidráulico do pavimento intertravado. A aplicação periódica das atividades apresentadas neste manual contribui para a redução de custos de manutenção corretiva, aumento da durabilidade do pavimento e melhoria das condições de uso e segurança no ambiente condominial.

6 CHECKLIST MENSAL DE INSPEÇÃO

Limpeza e Conservação Superficial

Verificação	OK	Atenção	NC
Superfície limpa, sem acúmulo de resíduos sólidos	☐	☐	☐
Ausência de folhas e material orgânico nas juntas	☐	☐	☐
Ausência de manchas excessivas ou áreas escorregadias	☐	☐	☐

Rejuntamento e Vegetação

Verificação	OK	Atenção	NC
Areia de rejuntamento presente e distribuída uniformemente	☐	☐	☐
Ausência de perda significativa de material de rejuntamento	☐	☐	☐
Ausência de vegetação nas juntas	☐	☐	☐

Nivelamento e Condições de Uso

Verificação	OK	Atenção	NC
Pavimento nivelado, sem degraus ou ressalto	☐	☐	☐
Ausência de blocos soltos, fraturados ou deslocados	☐	☐	☐
Condições adequadas de conforto e segurança ao tráfego	☐	☐	☐

Drenagem e Escoamento de Água

Verificação	OK	Atenção	NC
Grelhas e dispositivos de drenagem desobstruídos	☐	☐	☐
Ausência de poças após eventos de chuva	☐	☐	☐
Escoamento superficial adequado	☐	☐	☐

Intervenções e Reparos

Verificação	OK	Atenção	NC
Ausência de reparos com concreto convencional incompatível	☐	☐	☐
Manutenção preserva o padrão construtivo intertravado	☐	☐	☐
Necessidade de reassentamento pontual identificada	☐	☐	☐

Ações Recomendadas

- ☐ Nenhuma intervenção necessária
- ☐ Reposição de areia de rejuntamento
- ☐ Remoção de vegetação
- ☐ Reassentamento de blocos
- ☐ Solicitação de avaliação técnica especializada

Legenda

OK = Condição satisfatória

Atenção = Requer monitoramento ou intervenção programada

NC = Não constatado

Responsável: _____

Período de Referência: ____ / ____

Data da Vistoria: ____ / ____ / ____

Assinatura: _____

7 QUANDO SOLICITAR AVALIAÇÃO TÉCNICA

Recomenda-se a contratação de profissional habilitado quando houver:

- Afundamentos recorrentes;
- Grandes áreas desniveladas;
- Necessidade de recomposição da base;
- Intervenções extensas em redes subterrâneas.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção sistemática das práticas recomendadas neste manual assegura a preservação do desempenho estrutural, funcional e hidráulico do pavimento intertravado, reduz custos associados à manutenção corretiva e contribui para a valorização patrimonial do condomínio. A manutenção preventiva constitui estratégia essencial de gestão técnica e sustentabilidade da infraestrutura condominial.

Elaboração

Rui Anderson Alcântara Portela de Oliveira

Discente de Engenharia Civil – UFPA

Ano: 2026