



**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS FAIXAS DE TRANSIÇÃO COM BLOCOS
INTERTRAVADOS DE CONCRETO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL NA
AVENIDA IGUAÇU.**

**CURITIBA
2010**



CAUÊ ANTUNES CORDEIRO MASCHIO

JOÃO RUBENS MARTINS MOYSA

MICHELLE FACHINI ALVES

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS FAIXAS DE TRANSIÇÃO COM BLOCOS
INTERTRAVADOS DE CONCRETO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL NA
AVENIDA IGUAÇU.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Patologia nas Obras Civas, Pós-Graduação *lato sensu* do Instituto IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Civas.

Orientador: Prof. Msc. Carlos Roberto Giublin.

Co-orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

CURITIBA

2010

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela nossa existência.

Às nossas famílias, que tanto nos apoiaram e nos incentivaram.

Aos colegas de turma pela luta e encorajamento razão de chegarmos até o fim.

Aos Engenheiros Civis Prof. Msc. Luiz César De Luca e Prof. Msc. Carlos Roberto Giublin, pela valiosa colaboração na orientação deste trabalho.

A Chyntia Regina Mc Govern, Funcionária do Consulado Brasileiro em Chicago – EUA, que nos auxiliou na tradução da norma sobre blocos intertravados de concreto.

FOLHA DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DAS FAIXAS DE TRANSIÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL NA AVENIDA IGUAÇU.

Por

CAUÊ ANTUNES CORDEIRO MASCHIO

JOÃO RUBENS MARTINS MOYSA

MICHELLE FACHINI ALVES

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO
DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA
COMISSÃO FORMADA PELOS PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba (Pr) 17 de Dezembro de 2010 .

Prof. Msc. Carlos Roberto Giublin

Prof. Msc. Luis César De Luca

Prof. Msc. Neile Cristina Andraos

RESUMO

O presente trabalho abordou a aplicação de blocos intertravados de concreto como faixa de transição entre pavimento rígido e pavimento flexível, optou-se em avaliar o estado atual das faixas de transição implantadas no município de Curitiba em 14 cruzamentos com a Avenida Iguaçu entre a Rua Lamenha Lins e a Rua Carneiro Lobo, após passado a metade da vida útil (10 anos). Através da determinação do PCI Índice de Condição de Pavimento, foram emitidos conceitos sobre o estado de conservação das transições, tratando-se de avaliação objetiva e seguindo os preceitos contidos no Manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (Interlocking Concrete Pavement Distress Manual, 2007). O conceito médio de 69,00 atribuído através do PCI as faixas em questão foi classificado como bom, o que indica que as faixas de transição corresponde aos objetivos esperado em projeto, atendendo satisfatoriamente ao tráfego urbano local. Os defeitos levantados por meio de inspeção visual, foram catalogados e descritos tecnicamente e que servirá de subsídios para trabalhos futuros em programa de manutenção preventiva e corretiva.

Palavras chave: Condições, manifestações patológicas, blocos intertravados de concreto.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Composição dos pavimentos intertravados de concreto (ABCP, 2001).....	19
Figura 2. Efeito de Solicitação dos Blocos no desempenho do pavimento.....	21
Figura 3. Procedimentos para o assentamento correto dos blocos.....	23
Figuras 4. Blocos Danificados- grau de severidade baixo.....	28
Figuras 5. Blocos Danificados- grau de severidade médio.....	29
Figuras 6. Blocos Danificados- grau de severidade alto.....	29
Figuras 7. Depressão - grau de severidade baixo.....	30
Figuras 8. Depressão - grau de severidade médio	30
Figuras 9. Depressão - grau de severidade alto.....	31
Figuras 10. Contenção Lateral - grau de severidade baixo.....	31
Figuras 11. Contenção Lateral - grau de severidade médio.....	32
Figuras 12. Contenção Lateral - grau de severidade alto.....	32
Figuras 13. Largura Excessiva das Juntas - grau de severidade baixo.....	33
Figuras 14. Largura Excessiva das Juntas - grau de severidade médio.....	33
Figuras 15. Diferença de Altura entre Blocos Isolados- grau de severidade baixo.....	34
Figuras 16. Diferença de Altura entre Blocos Isolados- grau de severidade médio.....	34
Figuras 17. Diferença de Altura entre Blocos Isolados- grau de severidade alto.....	35
Figuras 18. Hasteamento - grau de severidade baixo.....	35
Figuras 19. Hasteamento - grau grau de severidade médio.....	36
Figuras 20. Hasteamento - grau de severidade alto.....	36
Figuras 21. Deslocamento - grau de severidade baixo.....	37
Figuras 22. Deslocamento - grau de severidade médio.....	37
Figuras 23. Deslocamento - grau de severidade alto.....	38
Figuras 24. Perda de areia por bombeamento - grau de severidade baixo.....	38
Figuras 25. Perda de areia por bombeamento - grau de severidade médio.....	39
Figuras 26. Perda de areia por bombeamento - grau de severidade alto.....	39
Figuras 27. Falta de blocos - grau de severidade baixo.....	40
Figuras 28. Falta de blocos - grau de severidade médio.....	40
Figuras 29. Falta de blocos - grau de severidade alto.....	41
Figuras 30. Correção com material diferente - grau de severidade baixo.....	41
Figuras 31. Correção com material diferente - grau de severidade médio.....	42
Figuras 32. Correção com material diferente - grau de severidade alto.....	42
Figuras 33. Trilhos ou Sulcos - grau de severidade baixo.....	43
Figuras 34. Trilhos ou Sulcos - grau de severidade médio.....	43

Figuras 35. Trilhos ou Sulcos - grau de severidade alto.....	44
Figura 36. Localização da área de estudo.....	46
Figura 37. Visão Geral dos cruzamentos em estudo	47
Figura 38. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Lamenha Lins.....	49
Figura 39. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Brigadeiro Frando.....	50
Figura 40. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Des. Motta.....	50
Figura 41. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Buenos Aires.....	51
Figura 42. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Pasteur.....	52
Figura 43. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Pasteur	52
Figura 44. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Cel Dulcídio.....	53
Figura 45. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Cel Dulcídio.....	53
Figura 46. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Mauricio Caillet	54
Figura 47. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Mauricio Caillet	54
Figura 48. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Angelo Sampaio	55
Figura 49. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Angelo Sampaio	55
Figura 50. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Bento Viana	56
Figura 51. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Bento Viana	56
Figura 52. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Silveira Peixoto.....	57
Figura 53. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Silveira Peixoto.....	57
Figura 54. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Alexandre Gutierrez.....	58
Figura 55. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Alexandre Gutierrez.....	58
Figura 56. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Saint Hilaire	59
Figura 57. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Saint Hilaire	59
Figura 58. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Rep. Argentina	60
Figura 59. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Rep. Argentina	60
Figura 60. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Carneiro Lobo	61
Figura 61. Manifestações Patológicas - Av. Iguaçu com a R. Carneiro Lobo	61
Figura 62. Manifestações Patológicas em Área Total	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Granulometria recomendada para camada de assentamento.no Brasil.....	21
Tabela 2. Granulometria recomendada em outros países	22
Tabela 3. Granulometria para material de rejuntamento em outros países.....	22
Tabela 4. Escala de Avaliação do PC	26
Tabela 5. Compilação de dados relativos à inspeção realizada.....	51
Tabela 6. Cálculo e Análise estatística dos valores do PCI.....	62
Tabela 7. Compilação de dados relativos à inspeção realizada em campo.....	63
Tabela 8. Cálculo e análise estatística dos valores do PCI.....	64

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	2
FOLHA DE APROVAÇÃO.....	3
RESUMO.....	4
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	5
LISTA DE TABELAS.....	7
SUMÁRIO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 .PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
1.2. OBJETIVOS	10
1.2.1. Objetivo Geral.....	10
1.2.2. Objetivos Específicos	11
1.3. HIPÓTESE	11
1.4. JUSTIFICATIVAS	11
1.4.1. Tecnológicas.....	11
1.4.2. Econômicas.....	11
1.4.3. Sociais.....	12
1.4.4. Ecológicas.....	12
1.5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	12
1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. PAVIMENTO	15
2.1.1. Definições.....	15
2.1.2. Composição dos Pavimentos.....	15
2.1.3. Classificação dos Pavimentos.....	16
2.2. PAVIMENTOS INTERTRAVADO.....	16
2.2.1. Histórico.....	16
2.2.2. Histórico do Pavimento Intertravado de Concreto.....	16
2.2.3. Estrutura do Pavimento Intertravado.....	18
2.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTOS DE BLOCOS INTERTRAVADOS	24
3.0 METODO DE AVALIAÇÃO ICP (ÍNDICE DE CONDIÇÃO DE PAVIMENTO.....	26
3.1 CALCULO DO ICP	27

3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTO COM BLOCOS INTERCRAVADOS DE CONCRETO.....	27
3.2.1 Blocos danificados.....	28
3.2.2 Depressões.....	29
3.2.3 Contenção Lateral.....	31
3.2.4 Largura excessiva das juntas	33
3.2.5 Diferença de altura entre Blocos Isolados.....	34
3.2.6 Hasteamento	35
3.2.7 Deslocamento	37
3.2.8 Perda de areia por bombeamento.....	38
3.2.9 Falta de Blocos.....	40
3.2.10 Correção com material diferente.....	41
3.2.11 Trilhos e Sulcos.....	42
4.0. ESTUDO DE CASO.....	45
4.1 A ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO.....	45
4.2. INSPEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO.....	46
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	63
5.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	63
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	65
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
6.2 .RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
ANEXO I	69
ANEXO II	70

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho possui como temática principal a análise da qualidade das faixas de transição com blocos intertravados de concreto, identificando as manifestações patológicas encontradas no local.

A utilização de pavimentos com blocos intertravados de concreto vem aumentando em todo o mundo, em especial no Brasil, e a possibilidade de se oferecer usos e materiais alternativos cuja principal preocupação é o equilíbrio entre os aspectos ambientais, tecnológicos e econômicos, contribuem para o desenvolvimento deste sistema prático e confiável.

O pavimento intertravado de concreto é composto por peças pré-moldadas de concreto (lajotas ou blocos) feitas de cimento e pedrisco. É utilizado na pavimentação de calçadas, vias urbanas, praças, pátios de armazenamentos, estacionamentos, entre outros. Recentemente em Curitiba, no estado do Paraná, foi implantado como pavimento de transição entre segmentos de pavimento rígido e pavimento flexível, em quatorze cruzamentos de vias, mais precisamente na Avenida Iguaçu interceptando o primeiro trecho com a Rua Lamenha Lins e o último trecho com a Rua Carneiro Lobo.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Em que condições estão as faixas de transição com pavimento de bloco de concreto intertravado, implantado no Município de Curitiba em quatorze cruzamentos com a Avenida Iguaçu entre as Ruas Lamenha Lins e Rua Carneiro Lobo?

1.2 OBJETIVOS

Apresentam-se a seguir os objetivos gerais e específicos do presente trabalho.

1.2.1. Objetivo Geral

Avaliar as condições do pavimento com blocos de concreto intertravado, como zona de transição no cruzamento de vias, com diferentes tipos de pavimentos (rígido/flexível)

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar o estado atual das faixas de transição de pavimento rígido/flexível, executadas em bloco de concreto intertravado, decorridos metade da vida útil após dez anos de sua implantação;
- b) Relacionar e classificar de acordo com o grau de severidade as manifestações patológicas, que porventura possam existir em tais faixas.

1.3 HIPÓTESE

A partir da análise das condições em que se encontram as faixas que compõe a transição entre pavimento rígido/flexível em bloco de concreto intertravado, a hipótese neste trabalho, é, que as faixas de transição, entre os pavimentos rígido/flexível ao longo da Avenida Iguazu, passado metade da vida útil, estão em boas condições.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Neste tópico apresentam-se justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas para a elaboração do trabalho.

1.4.1 Tecnológicas

A superfície do pavimento intertravado é naturalmente anti-derrapante, portanto, em trechos íngremes ou com curvas sinuosas, o pavimento oferece maior segurança, necessitando menor distância de frenagem para os veículos e pedestres. Uma grande vantagem do pavimento intertravado, em caso de necessidade de manutenção das tubulações subterrâneas as peças retiradas são totalmente reaproveitadas. Devido as diversidade de cores possibilitam ser implantados como delimitações faixas de rolamento (INTERLOCKING CONCRETO PAVEMENT DISTRESS MANUAL, 2007, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008).

1.4.2 Econômicas

A avaliação do custo de um pavimento deve levar em consideração as condições de tráfego e suporte de terreno. Na grande maioria dos casos, o pavimento intertravado apresenta um custo inicial competitivo, que passa a ser muito satisfatório se considerarmos

o tempo de utilização de 20 anos para um pavimento. Neste intervalo, o pavimento intertravado pode apresentar um custo inicial ligeiramente maior que o flexível, mas devido à pouca necessidade de manutenção, apresenta um custo final significativamente inferior (INTERLOCKING CONCRETO PAVEMENT DISTRESS MANUAL, 2007, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008).

1.4.3 Sociais

O pavimento intertravado de concreto não requer equipamentos sofisticados e mão-de-obra especializada para sua execução. Utiliza equipamentos de pequeno e médio porte e mão-de-obra devidamente treinada que pode ser de trabalhadores locais, gerando empregos na região onde é aplicado (INTERLOCKING CONCRETO PAVEMENT DISTRESS MANUAL, 2007, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008).

1.4.4 Ecológicas

A colocação mais clara das peças de concreto, em relação aos demais tipos de produtos, reduz a absorção de calor na superfície do pavimento, melhorando o conforto térmico e diminuindo a formação das ilhas de calor nos centros urbanos, causadas pela impermeabilidade do solo e uso de pavimentos escuros. A redução de temperatura pode chegar a 17°C (INTERLOCKING CONCRETO PAVEMENT DISTRESS MANUAL, 2007, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008).

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Galliano (1986), todas as acepções da palavra “método” registradas nos dicionários estão ligadas à origem grega *méthodos*, que significa “caminho para se chegar a um fim.”

Goldenberg (1997) define o método como a observação sistemática dos fenômenos da realidade através de uma sucessão de passos, orientados por conhecimentos teóricos, buscando explicar a causa desses fenômenos, suas correlações e aspectos não-revelados.

A característica essencial do método científico é a investigação organizada, o controle rigoroso das observações e a utilização de conhecimentos teóricos.

Barros e Lehfeld (1986) nos mostram a importância da observação como procedimento investigativo. A observação deve ser exata, completa, sucessiva e metódica, e, sobretudo, imparcial.

Segundo Lakatos e Marconi (1999), tanto métodos quanto técnicas de pesquisa devem adequar-se ao problema a ser estudado, às hipóteses levantadas, ao tipo de informantes com que se vai entrar em contato. Dependerão do objeto da pesquisa, dos recursos financeiros, da equipe humana e de outros elementos da investigação.

A descrição, segundo Lopes (1997), faz a ponte entre a fase de observação dos dados e a fase de interpretação. Por isso, combina técnicas e métodos de análise. A descrição implica em:

- a) Tratamento estatístico, ou seja, fazer tabulações para encontrar concentrações, freqüências e tendências na documentação coletada;
- b) Assegurar o domínio sobre a massa de dados coletados, identificando e selecionando fatos de significação para o tratamento analítico;
- c) Conseguir um conhecimento prévio das possibilidades da documentação, em relação aos objetivos da investigação.

O método de pesquisa utilizado nesse trabalho é o método exploratório também conhecido como estudo de caso (GIL, 1996), e dedica-se à descrição minuciosa de um caso real, esmiuçando-lhe a trajetória do início até o momento da pesquisa.

1.6 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A seguir é apresentada a estrutura deste trabalho:

O Capítulo 1 : apresenta o problema de pesquisa e seus objetivos, bem como delinea as principais justificativas para a realização deste estudo e os procedimentos metodológicos a serem adotados;

O Capítulo 2 : apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre diversos dados históricos da utilização de distintos caminhos por várias civilizações, bem como discorre sobre o histórico do pavimento intertravado de concreto, sua composição e características de seus elementos estruturais, modo de assentamento e suas manifestações patológicas;

O Capítulo 3 : apresenta o método do Índice de Condição do Pavimento (PCI), descrito no Manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING

CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007) como ferramenta para definir parâmetros numéricos para determinar a condição do pavimento;

O Capítulo 4 : descreve o estudo de caso que compreende a coleta de dados, a elaboração de fichas de inspeção de campo, relatório fotográfico e cálculo do índice de condição do pavimento, utilizando o método descrito no Manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007);

O Capítulo 5 : detalha a análise dos resultados deste estudo com base no cálculo do PCI, citando as principais manifestações patológicas encontradas;

O Capítulo 6 : apresenta as considerações finais à cerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

Este capítulo explorou aspectos fundamentais do trabalho desde seu problema de pesquisa até a apresentação do mesmo. Já o capítulo seguinte apresentará a revisão bibliográfica que serviu de base para o estudo de caso.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo anterior expôs a temática sobre a qual versará o presente trabalho, mostrando os principais objetivos do mesmo e contextualizando a importância do assunto abordado.

Neste capítulo serão abordados assuntos relativos ao tema em estudo, pavimento de blocos intertravados de concreto, encontrados em publicações científicas, dissertações de mestrado, teses de doutorado, livros didáticos, além das prescrições normativas; que servirão de embasamento para a elaboração do estudo de caso descrito no capítulo 3.

2.1 PAVIMENTO

A seguir apresentar-se-ão definições de pavimento, sua composição e classificação, e em seguida dar-se-á ênfase particular ao pavimento com blocos intertravados de concreto. A seguir os próximos tópicos descrevem um breve histórico sobre o pavimento, sua estrutura, e as manifestações patológicas presentes nos blocos intertravados de concreto, que ocorrem por deficiência na fabricação, logística, falhas de projeto e execução.

2.1.1 Definições

Pavimento pode ser definido como uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplenagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo (SANTANA, 1993).

2.1.2 Composição dos Pavimentos

Um pavimento compõe-se das seguintes camadas:

- a) **Subleito:** compreendendo a estrutura final de terraplenagem sobre a qual será executado o pavimento;
- b) **Sub-base:** As sub-bases, quando necessárias, poderão ser granulares, solo escolhido ou solo brita, por exemplo, ou tratadas com aditivos, tais como o solo melhorado com cimento;

c) Base: Camada destinada a resistir e distribuir ao subleito, os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se construirá o revestimento.

d) Revestimento: É a camada, tanto quanto possível, impermeável que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos e destinada econômica e simultaneamente a melhorar as condições do rolamento quanto à comodidade e segurança e a resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície do rolamento.

2.1.3 Classificação dos Pavimentos

Quanto à rigidez os pavimentos podem ser classificados em três categorias: pavimentos rígidos; semi-rígidos ou flexíveis (MULLER, 2005).

A classificação do pavimento intertravado quanto à rigidez o enquadra na categoria de pavimento flexível. O pavimento flexível é aquele em que todas as camadas são objeto de uma deformação elástica significativa sob carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (PINTO *et al.*, 2001).

Conforme Shackel (1990), os pavimentos intertravados podem ser considerados flexíveis em decorrência de suas características serem semelhantes às do pavimento asfáltico, como distribuição de cargas e deflexão, entre outras.

Os pavimentos rígidos são poucos deformáveis e constituídos, principalmente, de concreto de cimento *Portland* (SENÇO, 1997). Pavimento rígido é aquele que apresenta uma camada de revestimento com a rigidez muito superior a das camadas inferiores, a qual absorve praticamente todas as tensões provenientes da passagem do tráfego (MULLER, 2005).

Pavimento semi-rígido é um tipo intermediário dos pavimentos rígidos e flexíveis. Esse pavimento corresponde aos pavimentos constituídos, nas camadas de base e sub-base, por misturas de solo-cimento, solo-cal, solo-betume, entre outras, as quais venham a apresentar razoável resistência à tração (MARQUES, 2002; PINTO e PREUSSLER, 2001).

2.2 PAVIMENTOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

2.2.1 Histórico

Ao que tudo indica o primeiro pavimento com blocos intertravados de concreto foi confeccionado no final do século XIX e segundo Cruz (2003), algumas patentes foram

registradas antes do começo da Primeira Guerra Mundial. Os primeiros avanços no desenvolvimento da utilização de blocos intertravados de concreto, ocorreram na Holanda e Alemanha no período de reconstrução dos países após a Segunda Guerra Mundial. A partir de 1950, houve uma evolução dos modelos de fôrmas existentes para a fabricação dos blocos. Primeiramente as peças imitavam os tijolos e pedras aparelhadas utilizadas na época, objetivando obter sua substituição gradual. De forma rápida foi reconhecido que os blocos forneciam melhor uniformidade que as peças aparelhadas, e obviamente não necessitavam de reaparelhamento antes do assentamento como acontecia com as pedras naturais. Nesta fase, as únicas vantagens de utilização eram os custos mais baixos e a homogeneidade dimensional.

O desenvolvimento do pavimento intertravado permitiu relacionar a escolha da forma geométrica com o desempenho do bloco, em função do tipo de tráfego. Mais recentemente, novas e importantes mudanças ocorreram com a iniciativa de desenvolver o assentamento mecânico.

Os pavimentos intertravados de concreto desenvolveram a tal ponto que se pode afirmar não existir sequer um nicho da engenharia que não tenha sido permeado por este tipo de pavimento, entre os quais podemos citar: pátios, calçadas, praças, ruas, caminhos, rodovias, pisos industriais, portos, aeroportos, e em quase todos os lugares do mundo, em maior ou menor quantidade (CRUZ, 2003).

A industrialização dos pavimentos intertravados, com a aquisição de equipamentos de grande produtividade e elevado grau de precisão dimensional e estrutural, registra grande crescimento nas últimas décadas.

No final dos anos setenta, proliferaram os sistemas de fabricação de blocos intertravados de concreto em todo o mundo e pelo menos 200 tipos de fôrmas e diversos tipos de equipamentos de fabricação eram comercializados. No início da década de 1980, a produção anual já ultrapassava 45 milhões de metros quadrados, sendo 66% deste total aplicado em vias de tráfego urbano. A indústria mundial de fabricação de blocos intertravados de concreto, no final da década de 1990 chegou à impressionante marca de produção de 100 metros quadrados por segundo durante os dias úteis de trabalho. Nos Estados Unidos, a cada cinco anos dobra-se a quantidade, em metros quadrados, de pavimentos que aplicam esta técnica (SMITH, 2003).

A indústria de pavimentos intertravados vem crescendo em grandes proporções em todo o mundo. O que era um material utilizado apenas em áreas para proporcionar melhores efeitos arquitetônicos ou paisagísticos, começou a dar lugar a um material versátil que possibilita a harmonização com qualquer tipo de ambiente. Inclusive o rodoviário e o industrial.

Na cidade do Rio de Janeiro, de acordo com Cruz (2003), já foram assentados mais de um milhão de metros quadrados de blocos intertravados de concreto. Registra-se ainda um crescimento, no Brasil, de 35% da utilização de pavimentos intertravados entre os anos de 2002 e 2003 e de mais de 66% entre os anos de 2003 e 2004. O Estado do Rio de Janeiro registrou um crescimento, da utilização de pavimentos intertravados, em torno de 41% no ano de 2003.

De acordo com levantamento realizado, os países em desenvolvimento lideram o uso de pavimentos intertravados em estradas, como por exemplo, Nicarágua, Costa Rica e Colômbia. O mais importante não é ressaltar que o pavimento intertravado também pode ser usado em estradas, mas sim que a técnica pode ser ajustada para qualquer esquema de engenharia, organização e trabalho.

2.2.3 Estrutura do pavimento intertravado

Segundo Senço (1997), o pavimento é a estrutura construída sobre a terraplenagem e destinada, econômica, técnica e simultaneamente a:

- a) resistir e distribuir os esforços verticais oriundos do tráfego;
- b) melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança;
- c) resistir aos esforços horizontais (desgaste), tornando mais durável a superfície de rolamento.

A camada de rolamento do pavimento intertravado é formada por blocos que compõem um revestimento de grande durabilidade e resistência, assentados sobre uma camada delgada de areia. Este revestimento deve ser capaz de suportar as cargas e as tensões provocadas pelo tráfego protegendo a camada de base do desgaste por abrasão e a mantendo com baixos níveis de umidade permitindo melhor estabilidade do material constituinte (HALLACK, 1998).

A Figura 1 apresenta os elementos que compõem a estrutura final do pavimento intertravado .



Figura 1. Elementos que compõem o pavimento com blocos intertravados de concreto (ABCP, 2001)

As características básicas de cada um destes elementos componentes da Figura 1, serão descritos a seguir, com seus aspectos construtivos e algumas especificações para o controle de execução;

a) Subleito

Denomina-se subleito a estrutura final de terraplenagem sobre a qual será executado o pavimento, que deve estar regularizado e compactado, na cota de projeto, antes da colocação das camadas posteriores. O subleito deve se estender para além dos confinamentos laterais.

Uma avaliação topográfica do local é uma medida importante a ser tomada pois tem a finalidade de fixar as cotas da pavimentação a ser construída, de definir a necessidade de cortes e aterros, de adotar inclinações, realizar obras-de-arte complementares, etc. O subleito será considerado pronto para receber uma base ou sub-base se sua capacidade portante, comumente expressa pelo Índice de Suporte Califórnia (ISC), for igual ou maior do que 2% e ter expansão volumétrica $\leq 2\%$ (ou conforme especificado em projeto). Tem-se por objetivo propiciar uma plataforma de trabalho firme, sobre a qual a sub-base e a base possam ser convenientemente compactadas (CARVALHO, 1998).

b) Sub-base

A Sub-base poderá ser granular, solo escolhido ou solo brita, por exemplo, ou tratado com aditivos, tais como o solo melhorado com cimento Portland (PIOROTTI 1985).

O material de sub-base, segundo Carvalho (1998), também será definido pelo valor de ISC mínimo necessário, que, juntamente com a espessura da camada, será função do tráfego e das condições de suporte de subleito.

c) Base

Segundo Cruz (2003), a camada de base é o componente estrutural que recebe as tensões distribuídas pela camada de revestimento. Sua função principal é proteger estruturalmente o subleito das cargas externas, evitando dessa forma deformações de caráter permanente e uma conseqüente deterioração do pavimento intertravado.

d) Camada de assentamento

O objetivo principal da camada de assentamento é servir de base para o assentamento dos blocos. Espera-se, também, que essa camada venha proporcionar uma superfície regular onde se possam colocar os blocos e acomodar suas eventuais tolerâncias dimensionais (CRUZ, 2003).

O processo de seleção da areia que irá compor a camada de assentamento e o rejunte dos blocos deverá levar em consideração a disponibilidade local, porém em nenhuma hipótese deverá comprometer a função estrutural do pavimento.

A camada de revestimento possui função estrutural devido à rigidez do concreto e também ao sistema de intertravamento dos blocos. Porém, existe uma pequena deformação no pavimento intertravado no início de sua utilização oriunda da acomodação inicial da camada de assentamento (HALLACK, 1998).

Shackel (1990) apresentou resultados de ensaios realizados na África do Sul, com o simulador de veículos pesados, que mostram que as deformações permanentes no pavimento intertravado eram consideravelmente menores com blocos de 8 cm de altura que com blocos de 6 cm, para uma mesma solicitação de carga. Observa-se também que as três primeiras solicitações, para todas as espessuras de blocos, apresentam deformações iniciais grandes e depois as deformações tendem a ser em menor proporção, conforme se pode observar na figura 2.

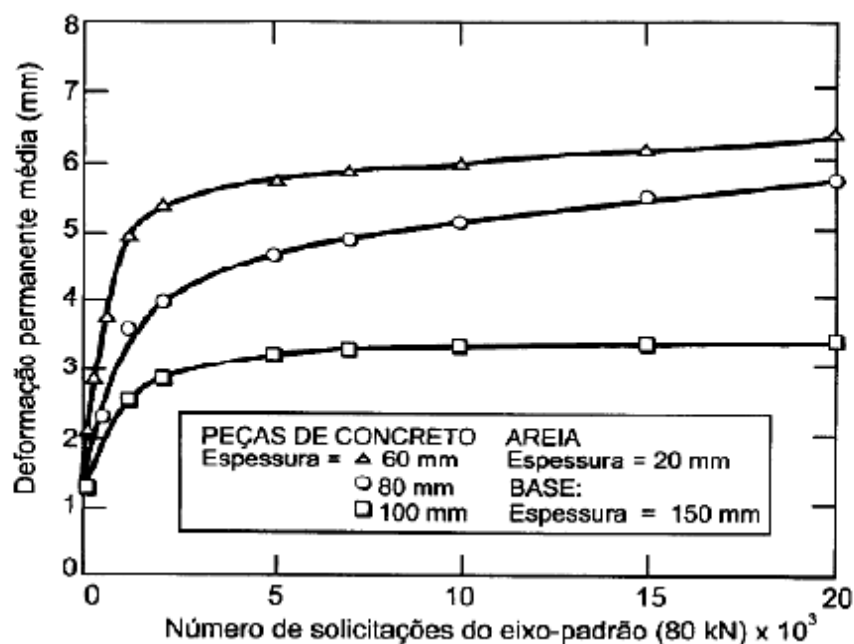


Figura 2. Efeito de solicitação dos blocos no desempenho do pavimento sob solicitação de tráfego (SHACKEL, 1990)

No Brasil, segundo Carvalho (1998), a camada de assentamento dos blocos será sempre composta de areia, contendo no máximo 5% de silte e argila (em massa) e, no máximo, 10% de material retido na peneira de abertura de malha 4,8mm. Recomenda-se o enquadramento da areia na faixa granulométrica mostrada na Tabela 1.

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

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

Na tabela 2 são apresentadas recomendações técnicas utilizadas em alguns países para granulometrias de areias para camadas de assentamento do pavimento com blocos intertravados de concreto.

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

Tabela 2. Granulometria de areia para camadas de assentamento (CRUZ, 2003)

Relata-se que nos Estados Unidos e no Canadá as especificações não fazem referência à forma dos grãos da areia utilizada, apesar de ser recomendada a utilização de grãos angulares ou pontiagudos por vários pesquisadores e institutos técnicos desses países (HALLACK, 1998). As especificações granulométricas para os materiais a serem utilizados no rejuntamento dos pavimentos com blocos intertravados de concreto são apresentados na tabela 3 a seguir.

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

Tabela 3. Granulometria para os materiais utilizados no rejuntamento dos blocos. (HALLACK, 1998)

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

Entre os principais estudiosos deste assunto, Shackel (1990); Cruz (2003); Muller (2005) é consenso que a forma dos grãos de areia usada no colchão de assentamento interfere diretamente no comportamento e na deformação do pavimento intertravado, sendo que as partículas angulares possuem maior coeficiente de atrito, o que vem a provocar melhor distribuição dos esforços.

Uma característica que influencia negativamente o desempenho do colchão é a presença de silte e argila na areia. Segundo Yaginuma *et al.* (2000) apud Muller (2005), a presença de partículas com diâmetro abaixo de 75µm provoca perda de rejuntamento e desnível entre as peças, além de acarretar um endurecimento excessivo nesta camada.

Portanto, tudo indica que alguns dos defeitos prematuros do pavimento intertravado estão direta ou indiretamente relacionados com a qualidade ou má execução da camada de assentamento de areia e rejuntamento dos blocos.

e) Camada de rolamento

A camada de rolamento compreende três etapas de execução: assentamento de blocos; acabamento junto as bordas e meios fios ou qualquer interrupção na pavimentação intertravada (bueiros, caixas de inspeção, etc.); vibração sobre os blocos na área já executada.

O assentamento dos blocos de concreto deve ser feito evitando qualquer deslocamento das peças já assentadas, bem como irregularidades na camada de assentamento. O colocador deve se posicionar sobre a área pavimentada e assentar bloco por bloco, de forma que, encoste o novo bloco nos já colocados e movimente-o verticalmente para baixo até encostá-lo na camada de assentamento (CARVALHO, 1998).

O assentamento deve desenvolver-se ao longo de toda a seção transversal, mantendo-se os blocos da frente em linha reta, conforme ilustrado na figura 3, seja perpendicular à longitudinal ou ligeiramente oblíqua.



Figura 3. Assentamento manual de blocos (ABCP, 2001)

O tipo de arranjo para assentamento escolhido definirá a aparência estética do pavimento intertravado. Não há consenso entre os pesquisadores sobre a interferência do formato dos blocos no desempenho do pavimento intertravado.

2.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

As manifestações patológicas nos pavimentos de blocos intertravados de concreto, podem ocorrer por deficiência na fabricação, logística, erro de projeto e execução (NBR 9781:1987).

Conforme a NBR 9781:1987, os defeitos provenientes por deficiência de fabricação são os seguintes: peças geometricamente despadronizadas ou variação dimensional, resistência mínima de compressão inferior a 35 MPa ou inferior a 50 MPa para especificação em caso de tráfego de veículos especiais ou risco de abrasão, falta de bisotamento das arestas da face, rebarbas, desgastes superficial, vazios ou nichos, contaminação, absorção/porosidade, eflorescência.

Segundo NBR 9780:1987 os defeitos provenientes por deficiência de logística são: Material não transportado em paletes da fábrica ao canteiro de obras e a falta de controle visual no recebimento do produto, implica em peças com avarias, não homogêneas, com a aparência diferente da amostra da compra e especificações em desacordo com o projeto.

Outra manifestação patológica pode ser causada por erro de projeto (NBR 9780:1987 e NBR 9781:1987) por falha no detalhamento: da seqüência de execução, do acabamento junto a caixas de captação, nas dimensões das juntas, nas declividades do pavimento, no alinhamento das peças. e principalmente a especificação da resistência mínima de compressão das peças em desacordo com tráfego.

Por falha de execução (ABCP, 2008) de acordo com especialistas consultados, se não for dado cuidado especial na construção do subleito, como verificar se a camada e o material de assentamento apresentam uniformidade e umidade natural (em torno de 4%), poderá prejudicar a preparação do colchão de areia com a espessura granulométrica especificada no projeto.

Se a contenção lateral não estiver firme e as juntas não forem devidamente preenchidas, poderão provocar a soltura e deslocamentos horizontais e angulares das peças.

A deficiência na regularização da superfície do colchão de areia e na compactação com placa vibratória ou socador manual apropriado, poderá provocar o deslocamento vertical ou o giro das peças.

Este capítulo constituiu numa revisão bibliográfica dos assuntos inerentes a temática do trabalho, abordando a constituição e manifestações patológicas em pavimentos de blocos intertravados de concreto, este conhecimento foi utilizado para o estudo de caso descrito no capítulo a seguir.

3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO PCI (ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO)

Neste capítulo, será apresentado o método utilizado para a determinação do Índice de Condição de Pavimento – PCI, com o intuito de analisar o estado atual das faixas de transição com blocos intertravados de concreto.

A avaliação das condições de pavimentos com blocos intertravados de concreto baseia-se no procedimento descrito no Manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007), com a determinação do PCI (índice de Condição do Pavimento).

O PCI fornece a medida da condição atual do pavimento com base nas manifestações patológicas observadas na superfície do pavimento, e as condições das superfícies operacionais. O PCI não mede a capacidade estrutural do pavimento e nem fornece a medição direta da resistência à derrapagem ou rugosidade. O PCI fornece uma objetiva e racional base para determinada manutenção do pavimento e/ou reparos necessários e prioridades. O monitoramento regular do PCI é usado para estabelecer a classificação da deterioração do pavimento, que permite a identificação precoce da principal reabilitação necessária.

O PCI também pode fornecer o desempenho do pavimento para validação ou melhoria do projeto do pavimento atual e de manutenção.

O PCI varia de 0 (zero) a 100 (cem), em que 0 (zero) representa a pior condição para o pavimento e 100 (cem) a melhor. A escala de avaliação do PCI está representada conforme a tabela 4 abaixo:

Tabela 4. Escala de Avaliação do PCI

FAIXA DE PCI	CONCEITO
0 – 10	PÉSSIMO
11 – 25	MUITO POBRE
26 – 40	POBRE
41 – 55	RAZOÁVEL
56 – 70	BOM
71 – 85	MUITO BOM
86 – 100	EXCELENTE

Fonte: (MANUAL DE PATOLOGIAS DE PAVIMENTOS DE CONCRETO INTERTRAVADO - INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007)

Para a determinação deste parâmetro são utilizados os ábacos fornecidos pelo Manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007). Nestes ábacos a abscissa representa a densidade da área afetada pelo defeito (%) e a ordenada representa o valor deduzido. Com o valor calculado da densidade da área afetada pelo defeito (%) e analisando as curvas com os defeitos descritos em três categorias baixo, médio e alto, variando de acordo com a manifestação patológica apresentada, encontra-se o valor deduzido. Os ábacos para a determinação do valor deduzido estão apresentados em anexo no final deste trabalho.

3.1. CÁLCULO DO PCI

O Manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007), define e fixa procedimentos que devem ser adotados para a avaliação das condições dos pavimentos com blocos intertravados de concreto. Para tanto deverá ser realizado o cálculo do PCI (Índice de Condição do Pavimento).

A equação 1 mostra a expressão de cálculo para a obtenção do índice de condição do pavimento.

$$PCI = 100 - (VDC)$$

Sendo:

PCI= Índice de Condição de Pavimento

VDC= Valor deduzido corrigido

Considerando para o cálculo o defeito que apresenta o maior valor deduzido. O somatório de valores deduzíveis é em função dos tipos dos graus de severidade e das densidades de defeitos das transições.

3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTOS COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO

O manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007), descreve sobre 11 manifestações patológicas em pavimentos de blocos intertravados de concreto,

relacionadas abaixo:

- 101 – blocos danificados;
- 102 – depressões;
- 103 – contenção lateral;
- 104 – largura excessiva das juntas;
- 105– diferença de altura entre blocos isolados;
- 106– hasteamento;
- 107– deslocamento (horizontal, vertical, longitudinal e transversal);
- 108– perda de areia por bombeamento;
- 109– falta de blocos;
- 110– correção com material diferente;
- 111–trilhos ou sulcos.

A seguir serão apresentados os defeitos elencados e catalogados conforme o manual Norte Americano (Interlocking Block Pavement Distress Guide, 2007) o qual serviu de orientação deste trabalho. Para melhor didática, serão apresentadas imagens, citando as causas prováveis que resultam nas manifestações patológicas descritas a seguir.

3.2.1 Blocos Danificados (101)

A figura 4 demonstra a manifestação patológica do tipo bloco danificado, com grau de severidade baixo, são analisadas patologias como fissuras, quebras ou cisalhamento, provocadas por falhas na execução da base do pavimento.

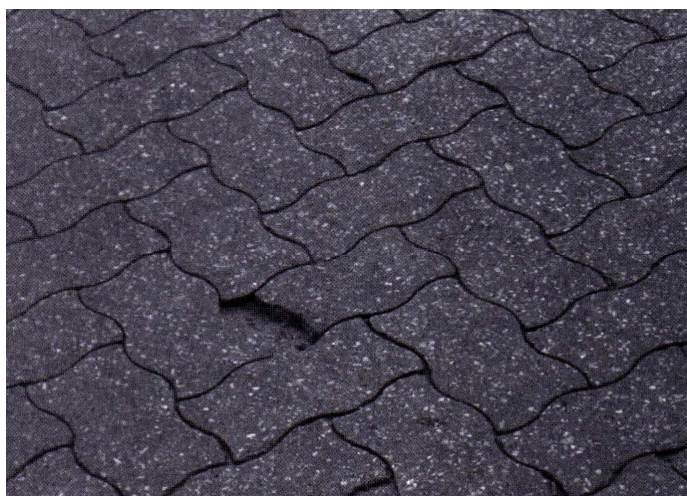


Figura 4. Blocos danificados – grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 5 demonstra a manifestação patológica do tipo bloco danificado, com grau de severidade médio.

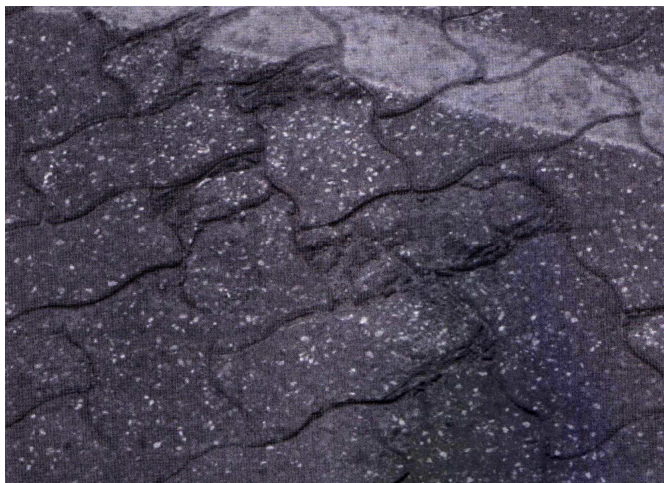


Figura 5. Blocos danificados – grau de severidade médio(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 6 demonstra a manifestação patológica do tipo bloco danificado, com grau de severidade alto.

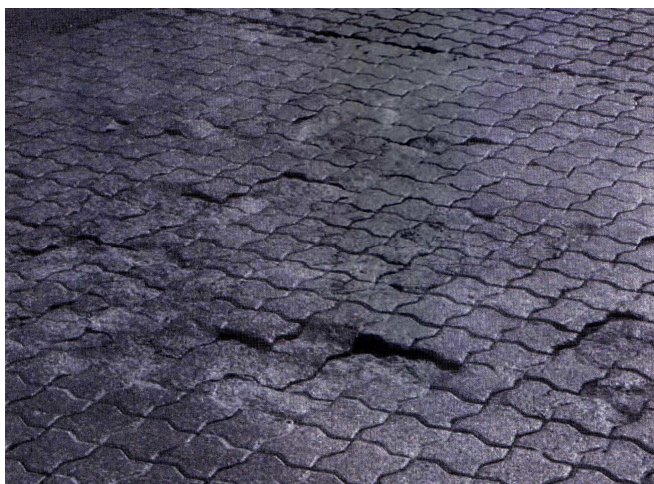


Figura 6. Blocos danificados – grau de severidade alto(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.2 Depressões (102)

A figura 7 demonstra a manifestação patológica do tipo depressões com grau de severidade baixo, as quais são provocadas pelo afundamento da superfície causadas por recalque do subleito.

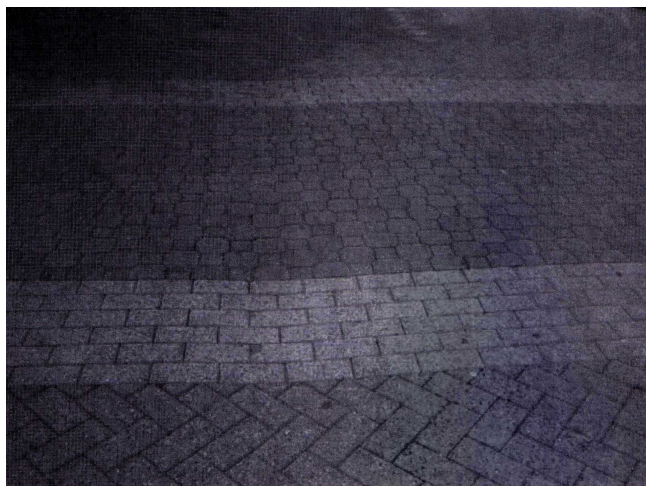


Figura 7. Depressão – grau de severidade baixo(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 8 demonstra a manifestação patológica do tipo depressões com grau de severidade médio.



Figura 8. Depressão – grau de severidade médio(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 9 demonstra a manifestação patológica do tipo depressões com grau de severidade alto.



Figura 9. Depressão – grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.3 Contenção Lateral (103)

A figura 10 apresenta a manifestação patológica provocada pela perda de contenção lateral, com grau de severidade baixo, permitindo a ampliação das articulações do tipo rotação vertical e horizontal dos blocos na borda do pavimento ou na transição de tipos de pavimento. O problema deverá ser identificado do limite de 30cm a 60cm da borda do pavimento.

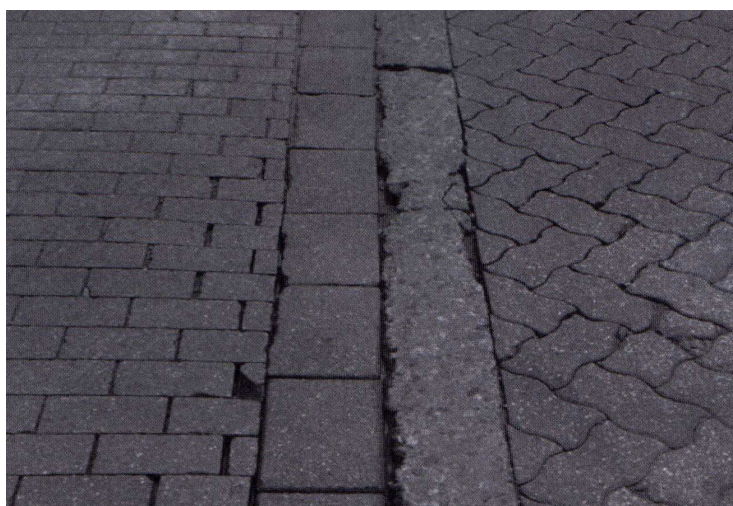


Figura 10. Contenção lateral – grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 11 apresenta a manifestação patológica do tipo perda de contenção lateral com grau de severidade médio.



Figura 11. Contenção lateral – grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 12 apresenta a manifestação patológica do tipo perda de contenção lateral com grau de severidade alto.



Figura 12. Contenção lateral – grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.4. Largura Excessiva das Juntas (104)

A figura 13 apresenta a manifestação patológica provocada pela largura excessiva das juntas, com grau de severidade baixo, causando o aumento das articulações entre os blocos. Este defeito pode ocorrer por vários fatores sendo provocadas por falha na execução inicial, falta de areia para rejuntamento entre os blocos, deficiência na contenção lateral.

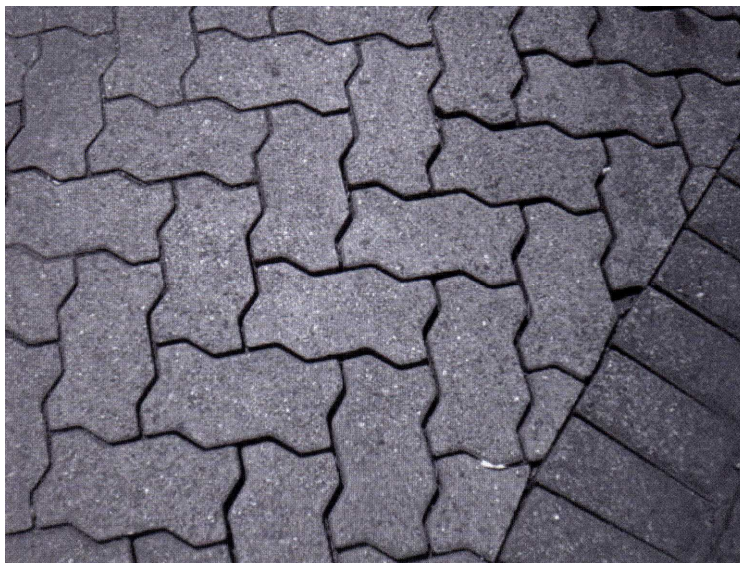


Figura 13. Largura Excessiva das Juntas – grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 14 apresenta a manifestação patológica provocada pela largura excessiva das juntas com grau de severidade médio.



Figura 14. Largura Excessiva das Juntas – grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.5. Diferença de Altura entre Blocos Isolados (105)

A figura 15 apresenta a manifestação patológica provocada pela diferença de altura entre blocos isolados com grau de severidade baixo, em áreas da superfície do pavimento. A falha pode ser causada por deficiência na execução da camada de areia para assentamento dos blocos ou perda de areia por bombeamento.

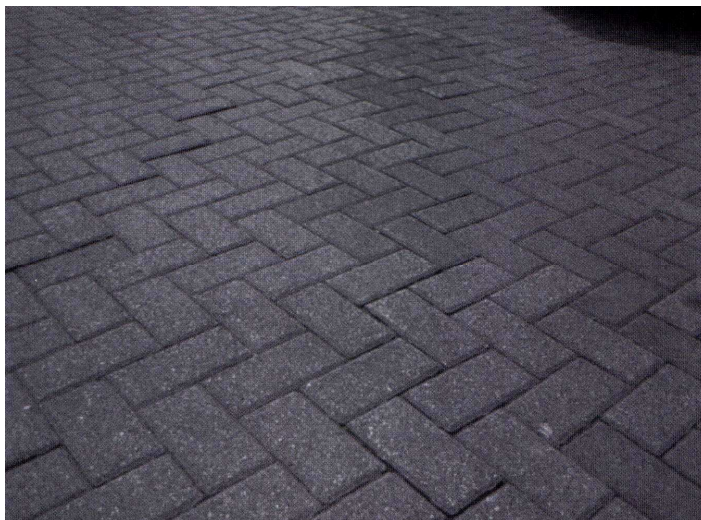


Figura 15. Diferença de Altura entre Blocos Isolados – grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 16 apresenta a manifestação patológica provocada pela diferença de altura entre blocos isolados com grau de severidade médio.

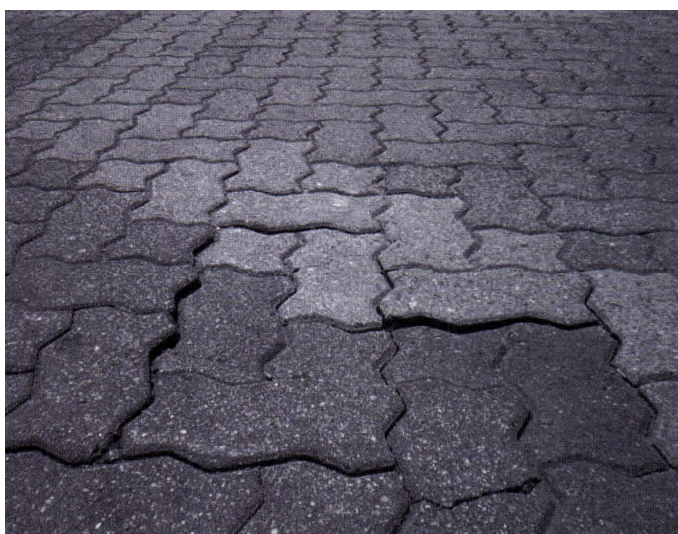


Figura 16. Diferença de Altura entre Blocos Isolados– grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 17 apresenta a manifestação patológica provocada pela diferença de altura entre blocos isolados com grau de severidade alto.



Figura 17. Diferença de Altura entre Blocos Isolados– grau de severidade alto(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.6 Hasteamento (106)

A figura 18 apresenta a manifestação patológica provocada pelo hasteamento com grau de severidade baixo. A característica desta manifestação patológica consiste em áreas da superfície do pavimento que apresentam elevações superiores as áreas circundantes, podendo também ocorrer como resultado da instabilidade do subleito.



Figura 18. Hasteamento– grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 19 apresenta a manifestação patológica provocada pelo hasteamento com grau de severidade médio.



Figura 19. Hasteamento– grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 20 apresenta a manifestação patológica provocada pelo hasteamento com grau de severidade alto.



Figura 20. Hasteamento– grau de severidade alto(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.7 Deslocamento (107)

A figura 21 apresenta a manifestação patológica do tipo deslocamento longitudinal do pavimento, com grau de severidade baixo, causada pelo carregamento de tráfego. A superfície do pavimento deve ter um padrão uniforme. O deslocamento horizontal é medida em metros quadrados de superfície. O desvio da posição original define a gravidade.

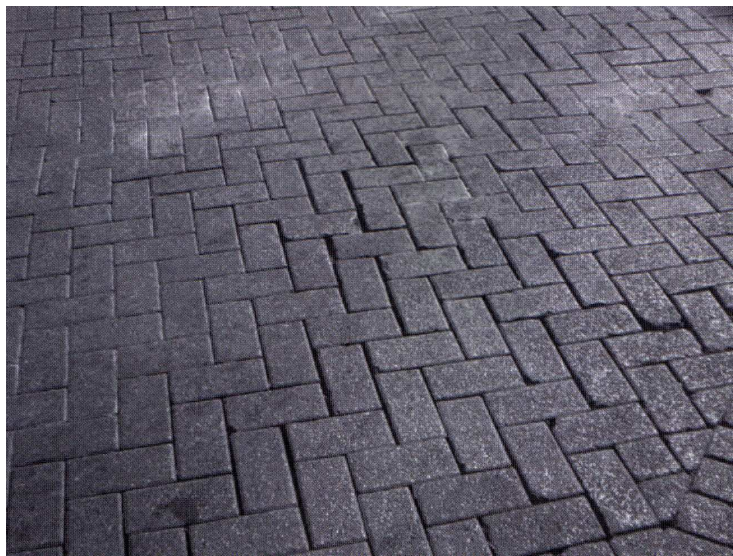


Figura 21. Deslocamento– grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 22 apresenta a manifestação patológica do tipo deslocamento longitudinal do pavimento, com grau de severidade médio.

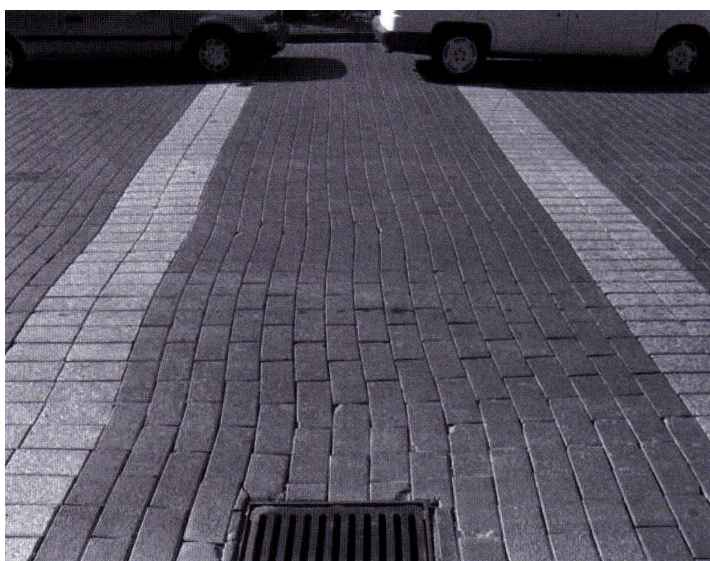


Figura 22. Deslocamento– grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 23 apresenta a manifestação patológica do tipo deslocamento longitudinal do pavimento, com grau de severidade alto.



Figura 23. Deslocamento— grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.8 Perda de Areia por Bombeamento (108)

A figura 24 apresenta a manifestação patológica causada pela perda de areia por bombeamento, com grau de severidade baixo, a qual é provocada por uma série de fatores, incluindo chuva intensa, lavagem do pavimento com bomba de alta pressão, etc. A perda de areia por bombeamento é medida em metros quadrados de área de superfície e a gravidade é determinada pela profundidade da perda de areia medida a partir do fundo do chanfro para baixo.

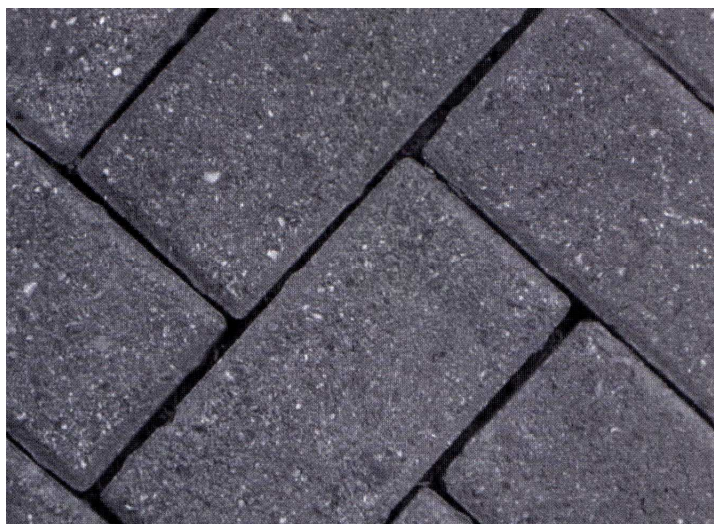


Figura 24. Perda de areia por bombeamento— grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 25 apresenta a manifestação patológica causada pela perda de areia por bombeamento, com grau de severidade médio.



Figura 25. Perda de areia por bombeamento– grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 26 apresenta a manifestação patológica causada pela perda de areia por bombeamento, com grau de severidade alto.



Figura 26. Perda de areia por bombeamento– grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.9 Falta de Blocos (109)

A figura 27 apresenta a manifestação patológica do tipo falta de blocos, com grau de severidade baixo, como o nome indica, refere-se a seções do pavimento que estão faltando blocos. Blocos em falta pode comprometer a integridade da estrutura do pavimento e promover a rugosidade da superfície semelhantes à buracos em pavimentos flexíveis. Blocos em falta são medidos em metros quadrados de área de superfície.



Figura 27. Falta de blocos— grau de severidade baixo(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 28 apresenta a manifestação patológica do tipo falta de blocos, com grau de severidade médio.



Figura 28. Falta de blocos— grau de severidade médio(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 29 apresenta a manifestação patológica do tipo falta de blocos, com grau de severidade alto.



Figura 29. Falta de blocos– grau de severidade alto(Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.10 Correção com Material Diferente(110)

A figura 30 apresenta a manifestação patológica onde a superfície do pavimento que por falta de blocos foram restabelecidas com um material diferente como asfalto, concreto, etc. Com grau de severidade baixo. Este reparo pode comprometer a integridade da estrutura do pavimento e promover a rugosidade da superfície semelhantes às buracos em pavimentos flexíveis. Reparos com material diferente são medidos em metros quadrados de área de superfície. A gravidade é avaliada pela qualidade do reparo.



Figura 30. Correção com material diferente– grau de severidade baixo (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 31 apresenta a manifestação patológica onde a superfície do pavimento que por falta de blocos foram restabelecidas com um material diferente como asfalto, concreto, etc. Com grau de severidade médio.



Figura 31 Correção com material diferente – grau de severidade médio (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 32 apresenta a manifestação patológica onde a superfície do pavimento que por falta de blocos foram restabelecidas com um material diferente como asfalto, concreto, etc. Com grau de severidade alto.



Figura 32. Correção com material diferente – grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

3.2.11 Trilhos ou Sulcos (111)

A figura 33 apresenta a manifestação patológica do tipo depressão da superfície do pavimento no caminho da roda causada por deficiência de suporte do subleito subjacente

ou de base granular sob carga excessiva de veículos com grau de severidade baixo. Depressões resultam em aspereza no pavimento e, quando cheio de água, pode causar aquaplanagem de veículos. O defeito é medido em metros quadrados de área de superfície. A gravidade é medida pela profundidade máxima do sulco.



Figura 33. Trilhos ou Sulcos – grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 34 apresenta a manifestação patológica do tipo depressão da superfície do pavimento no caminho da roda com grau de severidade médio.



Figura 34. Trilhos ou Sulcos – grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

A figura 35 apresenta a manifestação patológica do tipo depressão da superfície do pavimento no caminho da roda com grau de severidade alto.



Figura 35. Trilhos ou Sulcos – grau de severidade alto (Interlocking Concrete Block Pavement Distress Guide, 2007)

Neste capítulo, definiu-se os procedimentos adotados na determinação do PCI para pavimentos intertravados de concreto, bem como elenca as manifestações patológicas existentes, segundo orientação do manual Norte Americano , o qual serviu como parâmetro e orientação ao capítulo a seguir.

4. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo, apresentar-se-á a área em estudo e a descrição da inspeção visual realizada nas faixas de transição com blocos intertravados de concreto, implantadas na Avenida Iguaçu, aplicando a metodologia descrita no Manual de Patologias para Pavimentos de Concreto Intertravado (Interlocking Concrete Pavement Distress Manual, 2007), descrevendo sobre a forma de cálculo adotada.

4.1 A ESCOLHA DA ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada no estudo de caso, apresenta uma série de características, as quais permitiram o seu uso como teste para aplicação da metodologia descrita no Manual de Patologias em Pavimentos de Concreto Intertravado, conforme citadas a seguir:

- a) a existência das faixas de transição entre pavimento flexível e rígido, composto de blocos intertravados de concreto;
- b) condições de acessibilidade ao local para coleta de informações relativas aos pavimentos;
- c) a localização dos projetos e informações sobre a execução das faixas de transição, fornecidos pela Prefeitura Municipal de Curitiba, através da Secretaria Municipal de Obras Públicas-SMOP;
- d) o tempo de execução das faixas de transição, cerca de 10 (dez) anos, metade da vida útil dos trechos.

Estas razões foram as que motivaram a escolha dos cruzamentos da Avenida Iguaçu, Curitiba-Paraná, como área de estudo para este trabalho. A Figura 36 mostra a localização da Avenida, no mapa de Curitiba.

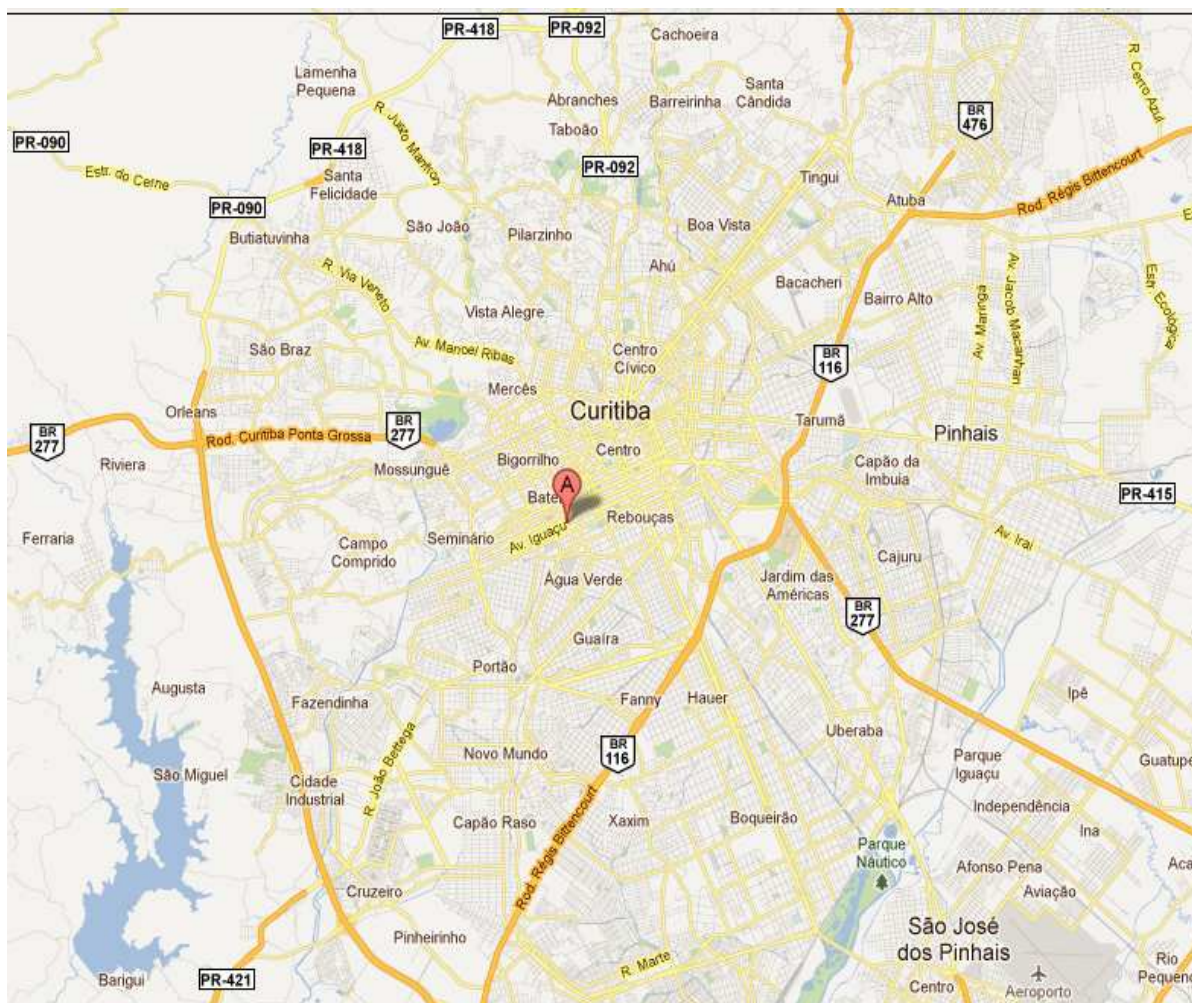


Figura 36: Localização da área em estudo, extraído do Google Maps.

4.2. INSPEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO

A Inspeção visual, objetivando avaliar a condição do pavimento da Avenida Iguaçu, foi realizada nos dias 20 e 27 de março de 2010, nos períodos da manhã e da tarde, as condições climáticas eram estáveis e favoráveis à realização das atividades.

As faixas de transição executadas à 10 anos, estão localizadas ao longo da Avenida Iguaçu entre os cruzamentos da Rua Lamenha Lins e Rua Carneiro Lobo, abrangendo todas as intersecções, totalizando 1092,79 m² de pavimento intertravado com blocos de concreto , podendo ser vista na Figura 37.

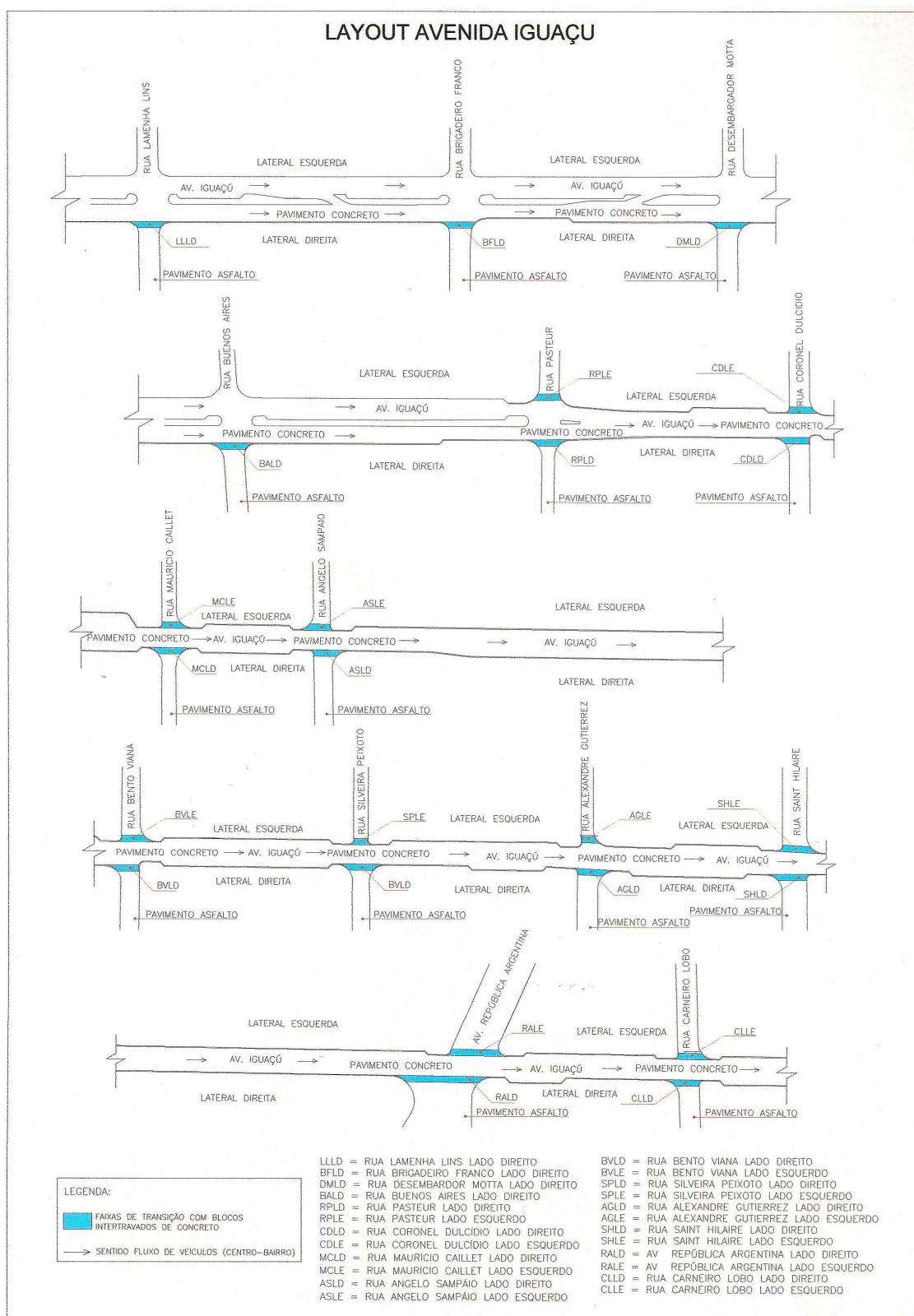


Figura 37: Visão Geral dos cruzamentos em estudo, extraído de projeto do IPPUC.

A Avenida Iguaçu é um importante corredor de transporte pertencente ao sistema viário da Cidade de Curitiba, inicia-se em uma das extremidades ortogonalmente à Rua João Negrão no bairro Rebouças com uma configuração em duas pistas separadas por um canteiro central e sentido único, segue interceptando com o bairro Água Verde e finalizando na outra extremidade com a Avenida Presidente Arthur da S. Bernardes no bairro Vila Izabel.

Observando que nos primeiros quatro cruzamentos interceptando respectivamente com as Ruas Lamenha Lins, Brigadeiro Franco, Desembargador Motta e Rua Buenos Aires as faixas de transição ocorrem somente uma vez e localiza-se ao lado direito da via, dotada de duas pistas. A partir da Rua Pasteur a via segue em pista única e as transições remanescentes aparecem em ambos os lados.

As faixas de transição têm como função facilitar os trabalhos quando necessário promover a manutenção da rede de água potável esgoto e gás, lembrando que os blocos são facilmente removidos e recolocados com a vantagem do reaproveitamento das peças.

A faixa de transição com blocos de concreto intertravado entre pavimento rígido e flexível se comporta e adapta ao recalque diferencial entre os dois pavimentos.

Foram realizados levantamento fotográfico de todos os trechos objeto deste estudo, bem como preenchidas as fichas de inspeção indicando as manifestações patológicas para cada uma das 24 faixas de transição.

Abaixo segue a relação das 11 manifestações patológicas levantadas com o auxílio de equipamentos diversos, as quais foram catalogadas segundo orientação do manual técnico elaborado na América do Norte que avalia as condições de uso de pavimento com blocos intertravados de concreto:

- 101 – blocos danificados;
- 102 – depressões;
- 103 – contenção lateral;
- 104 – largura excessiva das juntas;
- 105– diferença de altura entre blocos isolados;
- 106– hasteamento;
- 107– deslocamento (horizontal, vertical, longitudinal e transversal);
- 108– perda de areia por bombeamento;
- 109– falta de blocos;
- 110– correção com material diferente;
- 111–trilhos ou sulcos.

4.2.1 Inspeção dos cruzamentos com uma faixa de transição - lado direito

Conforme foi dito anteriormente, as faixas de transição com bloco intertravado de concreto, iniciam no cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Lamenha Lins, sendo que nos quatro primeiros cruzamentos a incidência das mesmas é apenas do lado direito, para melhor compreensão do estudo, apresentaremos a seguir os resultados da avaliação dessas primeiras faixas de transição.

O cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Lamenha Lins apresenta cinco manifestações patológicas, segundo o método do ICPI, sendo que a de maior incidência é o hasteamento, seguido de contenção lateral, deslocamento, e outras manifestações com valores irrelevantes, quantificados na ficha de inspeção do trecho denominado LLLD. Calculado o PCI, para o trecho em questão, obteve-se o valor de $PCI=88$, que o classifica em condição = **excelente**, conforme pode ser observado na figura 38.



Figura 38: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Lamenha Lins, condição excelente.

Na continuidade, a próxima interseção é com a Rua Brigadeiro Franco, denominado de BFLD, que apresenta seis manifestações patológicas, sendo a mais predominante à largura excessiva das juntas, existente em cerca de cinco por cento da área da faixa de transição, apurado $PCI=66$ e condição = **bom** para o trecho, conforme pode ser observado na figura 39.



Figura 39: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Brigadeiro Franco, condição boa.

Na interseção da Avenida Iguaçu com a Rua Desembargador Motta - DMLD observou-se a incidência de seis manifestações patológicas, em graus de intensidade baixo e médio, calculou-se $PCI = 83$, sendo o defeito que mais aparece à largura excessiva das juntas, o trecho apresenta a classificação de condição como **muito bom**, conforme observado na figura 40.

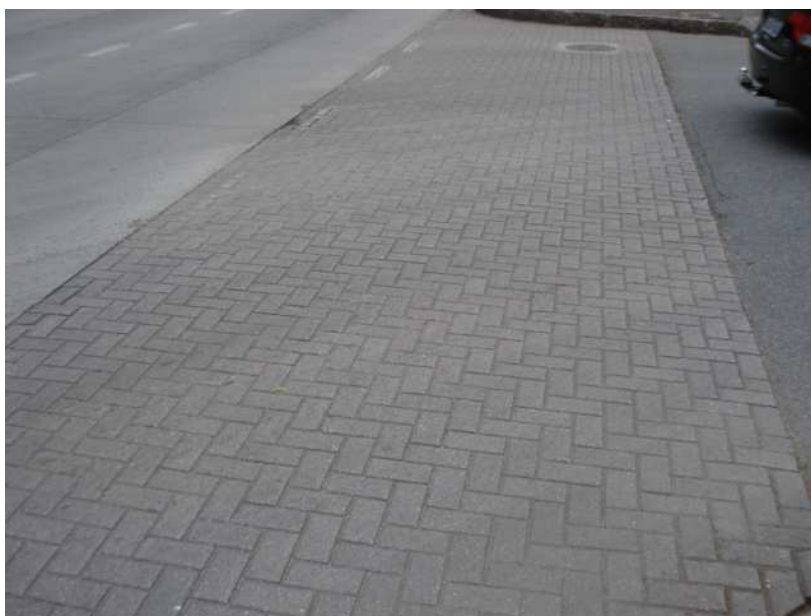


Figura 40: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Desembargador Motta, condição muito bom.

O último trecho que apresenta faixa de transição somente do lado direito é o cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Buenos Aires - BALD, que apresenta a incidência de sete manifestações patológicas em intensidades baixa e média, sendo predominante à

denominada de hasteamento, que aparece em cerca de dezenove por cento da área total do trecho, o $PCI=40$, determina uma classificação de condição **muito pobre** para a interseção, conforme figura 41.



Figura 41: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Buenos Aires, condição muito pobre.

Os resultados obtidos para os quatro primeiros cruzamentos, através do cálculo do PCI, apresentam como média uma condição boa para as faixas de transição, a tabela 5 abaixo apresenta uma visão geral, para esses trechos com faixa de transição somente do lado direito.

CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS (Quatro cruzamentos iniciais)			
Área Total: 180,90 m ²		(Média dos PCI'S)	69
Condição Geral			BOM
Cruzamentos	PCI - Índice de Condição do Pavimento	Condição	Classificação do PCI
LLLD	88	EXCELENTE	1º
BFLD	66	BOM	3º
DMLD	83	MUITO BOM	2º
BALD	40	POBRE	4º

Tabela 5: Condição dos pavimentos iniciais lado direito

4.2.2 Inspeção dos cruzamentos com duas faixas de transição – lado direito e esquerdo

A partir do quinto cruzamento, Avenida Iguaçu com Rua Pasteur, as faixas de transição aparecem nos dois lados do cruzamento, lado direito e esquerdo, sendo que do lado direito (PLD) aparecem sete tipos de defeitos, com intensidades baixa, média e alta,

com maior frequência a manifestação patológica denominada deslocamento, resultado do PCI para esta faixa foi de $PCI=62$, o qual o classifica em condição = **bom**, conforme figura 42 (Obs.: A mancha que aparece na foto, foi provocada por derrame de material betuminoso). Já para o cruzamento do lado esquerdo (PLE) aparecem cinco tipos de defeitos, somente em baixa intensidade, com maior frequência para as manifestações patológicas denominadas: largura excessiva das juntas e deslocamento, que somadas correspondem a aproximadamente 20 por cento da área total do pavimento, o resultado do PCI para esta faixa foi de $PCI=73$, o qual o classifica em condição = **muito bom**, conforme figura 43 (Obs.: A mancha que aparece na foto foi provocada por derrame de material proveniente da obra de reparo no passeio).

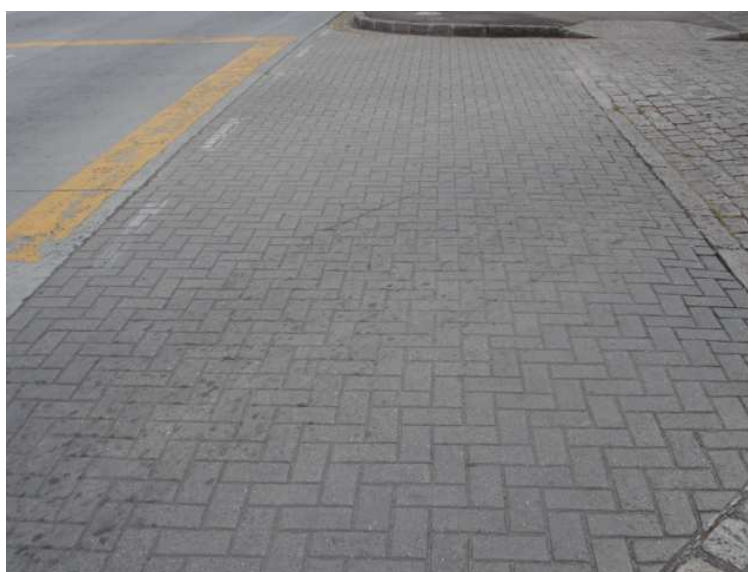


Figura 42: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Pasteur (faixa direita), condição boa.



Figura 43: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Pasteur (faixa esquerda), condição muito bom.

No sexto cruzamento, Avenida Iguaçu com Rua Coronel Dulcídio, a faixa direita (CDLD), apresenta cinco tipos de defeitos, todos com baixa intensidade, sendo que o total de área afetada não chega a cinco por cento do trecho, com $PCI=86$ e condição **excelente** de pavimento, conforme figura 44. A faixa da esquerda (CDLE) apresenta também cinco tipos de defeitos, porém em intensidades baixa média e alta, e com uma grande área afetada, cerca de vinte e dois por cento do trecho, com $PCI=11$ e condição = **muito pobre** de pavimento, conforme figura 45. Percebe-se nesses dois trechos, que apesar de pertencerem a um mesmo cruzamento, eles apresentam condições bem antagônicas de pavimento, o lado direito – condição excelente e o lado esquerdo – condição muito pobre, essa diferença se explica devido à inclinação acentuada da faixa de transição do lado esquerdo, o que favorece o aparecimento de alguns defeitos, principalmente os levantados na inspeção do trecho: largura excessiva das juntas, hasteamento e bombeamento.



Figura 44: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Cel Dulcídio (faixa direita), condição excelente.



Figura 45: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Cel Dulcídio (faixa esquerda), condição muito pobre.

Na interseção da Avenida Iguaçu com Rua Mauricio Caillet, a faixa direita (MCLD), apresenta apenas um tipo de defeito, a largura excessiva das juntas, com baixa intensidade e área afetada de cerca de dois por cento do trecho, com PCI=96 e condição **excelente** de pavimento, conforme figura 46. A faixa da esquerda (MCLE) apresenta três tipos de defeitos, sendo que um deles é bloco danificado com dois blocos comprometidos por essa manifestação patológica, com PCI=79 e condição = **muito bom** de pavimento, conforme figura 47.



Figura 46: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Maurício Caillet (faixa direita), condição excelente.



Figura 47: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Maurício Caillet (faixa esquerda), condição muito boa.

Na seqüência, o cruzamento seguinte é o da Avenida Iguaçu com Rua Alferes Ângelo Sampaio, a faixa direita (ASLD), apresenta cinco tipos de defeitos, em intensidades, baixa, média e alta, sendo o mais relevante a largura excessiva das juntas, com área afetada de cerca de catorze por cento do trecho, com PCI=35 e condição **pobre** de pavimento, conforme figura 48. Na faixa da esquerda (ASLE), aparecem seis tipos de defeitos, em intensidades baixa média e alta e com freqüências semelhantes, com PCI=83 e condição = **muito bom** de pavimento, conforme figura 49. Neste cruzamento, aparece correção com material diferente, na faixa de transição.



Figura 48: Cruzamento da Avenida Iguaçu com a Rua Ângelo Sampaio (faixa direita), condição pobre.

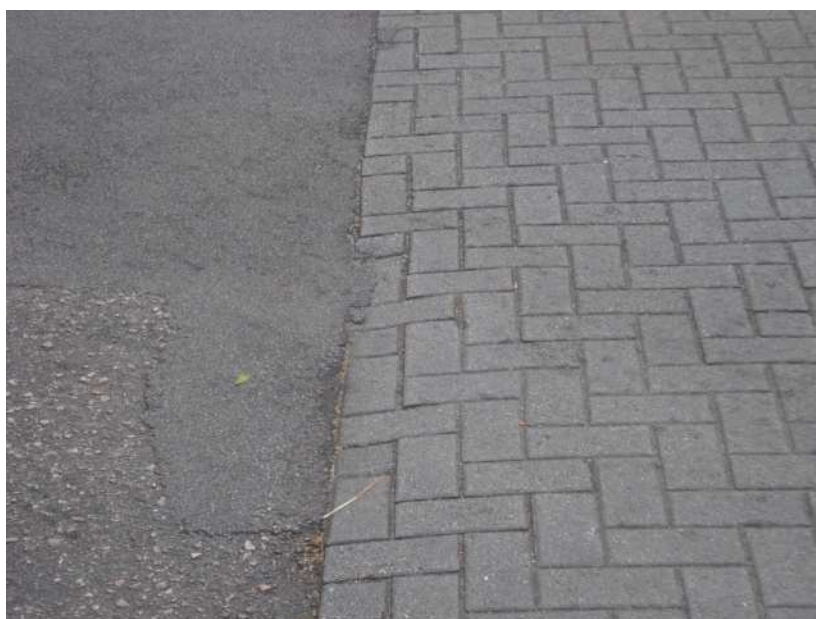


Figura 49: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Ângelo Sampaio (faixa eq.), condição muito boa.

O próximo cruzamento estudado é entre a Avenida Iguaçu e Rua Bento Viana, a faixa de transição do lado direito (BVLD), apresenta sete defeitos, sendo o mais freqüente a largura excessiva das juntas e dois graus de intensidade baixa e alta, PCI=87 e condição **excelente** de pavimento, conforme figura 50. A faixa de transição do lado esquerdo (BVLE) apresenta oito tipos de defeitos, com cerca de vinte e três por cento de área atingida, em intensidade baixa e alta, PCI=68 e condição = **bom** de pavimento, conforme figura 51.

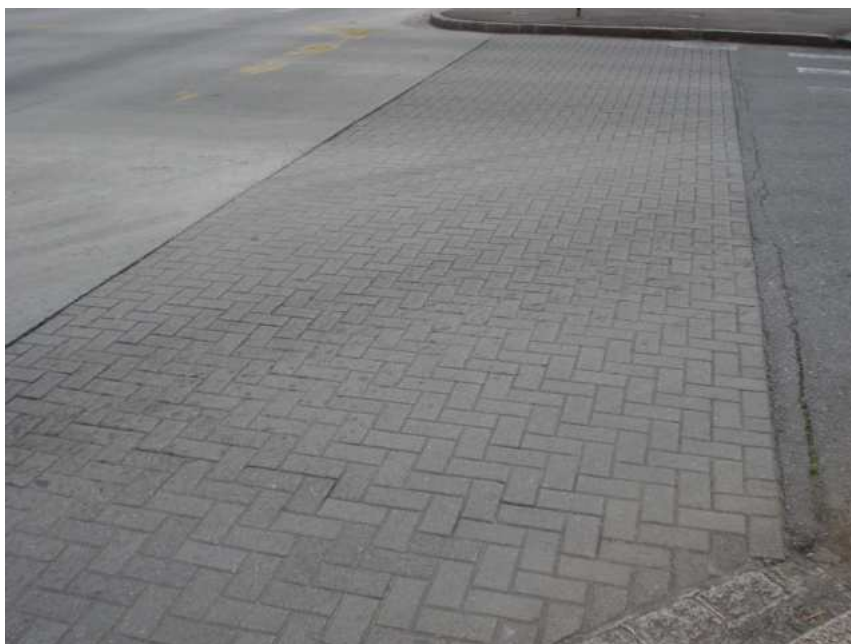


Figura 50: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Bento Viana (faixa dir.), condição excelente.

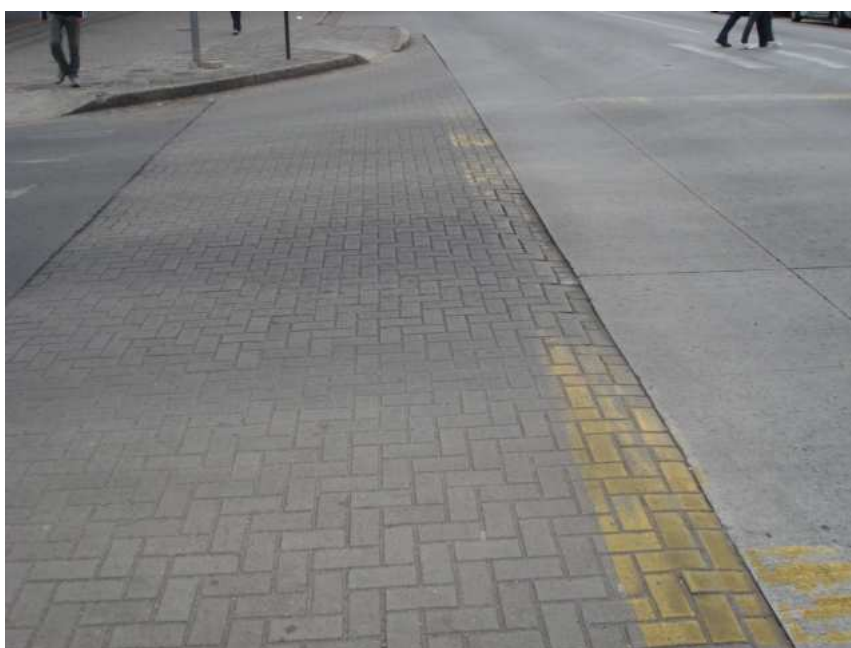


Figura 51: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Bento Viana (faixa esq.), condição boa.

O décimo cruzamento ocorre entre a Av. Iguaçu e a Rua Silveira Peixoto, a faixa de transição do lado direito (SPLD), apresenta apenas duas manifestações patológicas em baixa intensidade, largura excessiva das juntas e hasteamento, com $PCI=96$ este pavimento foi classificado em condição **excelente**, conforme observado na figura 52. O lado esquerdo (SPLE) tem na faixa de transição a ocorrência de três defeitos, porém em baixa intensidade e pequena área afetada, cerca de três por cento, o $PCI=97$, caracteriza o trecho em condição **excelente** de pavimento, o que pode ser visto na figura 53.



Figura 52: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Silveira Peixoto (faixa dir.), condição excelente



Figura 53: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Silveira Peixoto (faixa esq.), condição excelente

Na sequência dos cruzamentos, ocorre à interseção da Av. Iguaçu e a Rua Alexandre Gutierrez, a faixa de transição do lado direito (AGLD), apresenta três manifestações patológicas em baixa e média intensidade, sendo a depressão, o defeito que aparece com maior frequência, com $PCI=91$ este pavimento foi classificado em condição **excelente**, conforme observado na figura 54. A faixa de transição do lado esquerdo (AGLE) apresenta quatro defeitos em baixa intensidade, com área afetada de cerca de vinte e cinco por cento, o $PCI=69$, caracteriza o trecho em condição=**bom** de pavimento, o que pode ser visto na figura 55.



Figura 54: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Alexandre Gutierrez (faixa dir.), condição excelente

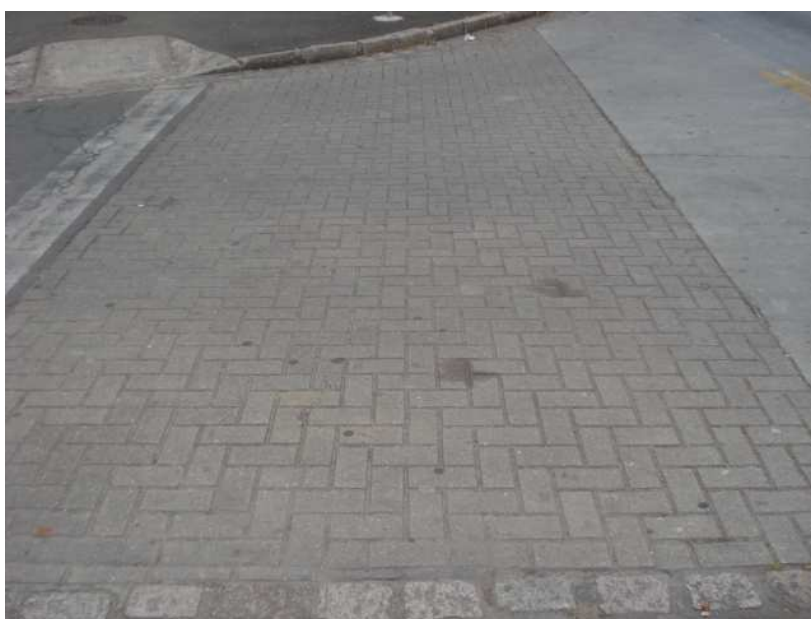


Figura 55: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Alexandre Gutierrez (faixa esq.), condição boa

Na interseção entre a Av. Iguaçu e a Rua Saint Hilaire, a faixa de transição do lado direito (SHLD), apresenta oito manifestações patológicas em baixa média e alta intensidade. O trecho com pior estado de conservação com $PCI=1$ e condição=**péssimo** de pavimento, conforme observado na figura 56. O lado esquerdo (SHLE) tem na faixa de transição a ocorrência de nove defeitos, também em baixa média e alta com cerca de vinte e cinco por cento da área afetada, o $PCI=8$, caracteriza o trecho em condição=**péssimo** de pavimento, conforme observado na figura 57.



Figura 56: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Saint Hilaire (faixa dir.), condição péssima.



Figura 57: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Saint Hilaire (faixa esq.), condição péssima

No cruzamento entre a Av. Iguaçu e a Av. República Argentina, a faixa de transição do lado direito (RALD), apresenta sete defeitos em baixa e média intensidade, sendo o de maior frequência o deslocamento, que atinge cerca de dez por cento da área do pavimento, com PCI=77 este trecho foi classificado em condição= **muito bom**, conforme observado na figura 58. O lado esquerdo (RALE) tem na faixa de transição a ocorrência de seis manifestações patológicas em baixa e média intensidade, o PCI=67, caracteriza o trecho em condição=**bom** de pavimento, o que pode ser visto na figura 59.

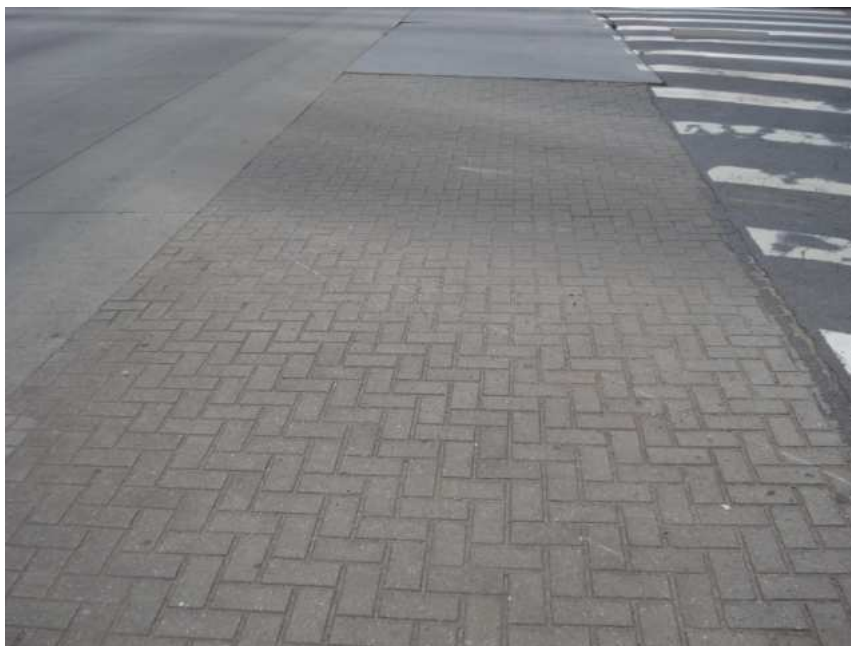


Figura 58: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Av Rep. Argentina (faixa dir.), condição muito boa



Figura 59: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Av Rep. Argentina (faixa esq.), condição boa

O último cruzamento ocorre entre a Av. Iguaçu e a Rua Carneiro Lobo, a faixa de transição do lado direito (CLLD) apresenta oito manifestações patológicas em baixa e alta intensidade, ocorrendo com maior frequência a largura excessiva das juntas, com PCI=89 o trecho está em condição **excelente** de pavimento, conforme figura 60. A faixa de transição do lado esquerdo da Rua Carneiro Lobo (CLLE) apresenta apenas dois tipos de defeitos, a largura excessiva das juntas e o hasteamento, com cerca de três por cento de área afetada e PCI=93 o trecho está em condição **excelente** de pavimento, conforme pode ser observado na figura 61.

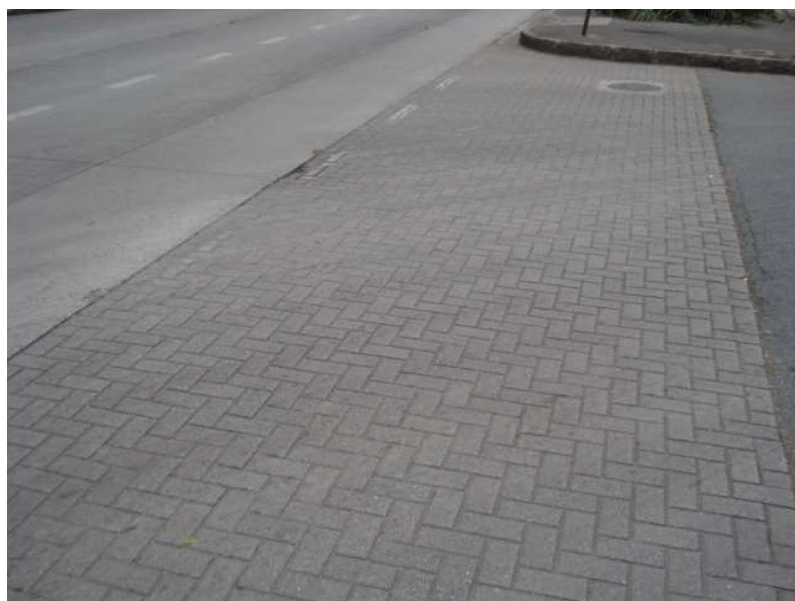


Figura 60: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Carneiro Lobo (faixa dir.), condição excelente



Figura 61: Cruzamento da Av. Iguaçu com a Rua Carneiro Lobo (faixa esq.), condição excelente

Os resultados obtidos para os vinte cruzamentos finais, através do cálculo do PCI, apresentam como média uma condição boa para as faixas de transição, a tabela 06 abaixo apresenta uma visão geral, para esses trechos com faixa de transição dos dois lados da Avenida Iguaçu.

CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS (20 faixas lado dir. e esq.)			
Área Total: 911,89 m²		(Média dos PCIS)	68
Condição Geral			BOM
Unidades de Amostras	de PCI - Índice de Condição Pavimento	de do Condição	Classificação do PCI
PLD	62	BOM	16º
PLE	73	MUITO BOM	12º
CDLD	86	EXCELENTE	10º
CDLE	11	MUITO POBRE	18º
MCLD	96	EXCELENTE	2º
MCLE	79	MUITO BOM	10º
ASLD	35	POBRE	17º
ASLE	83	MUITO BOM	9º
BVLD	87	EXCELENTE	7º
BVLE	68	BOM	14º
SPLD	96	EXCELENTE	3º
SPLE	97	EXCELENTE	1º
AGLD	91	EXCELENTE	5º
AGLE	69	BOM	13º
SHLD	1	PÉSSIMO	20º
SHLE	8	PÉSSIMO	19º
RALD	77	MUITO BOM	11º
RALE	67	BOM	15º
CLLD	89	EXCELENTE	6º
CLLE	93	EXCELENTE	4º

Tabela 06: Condição dos Pavimentos (20 faixas lado dir. e esq.)

O presente capítulo apresentou a localização e as características das áreas, objeto deste estudo, bem como oferece subsídios técnicos necessários para o levantamento dos defeitos e na determinação dos resultados a serem apresentados no capítulo a seguir;

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os cálculos para a determinação do PCI, sintetizando os resultados e catalogando os defeitos encontrados. No próximo capítulo serão tecidas as principais considerações finais do trabalho e sugestão para o aprimoramento do mesmo.

5.1 SÍNTESE DOS RESULTADOS

De acordo com as diretrizes apontadas na norma, elaborou-se fichas de inspeção para cada uma das vinte e quatro faixas de transição, obtendo-se um valor de PCI para cada faixa, conforme demonstrado a seguir na tabela 7. Com base nos dados descritos, foi elaborada a tabela a seguir:

CONDIÇÃO DOS PAVIMENTOS ANALISADOS			
Área Total: 1092,79 m ²		(Média dos PCI'S)	69
Condição Geral das UA's			BOM
Unidades de Amostras (U.A.) (faixa de transição)	PCI	Condição da U.A.	Classificação do PCI
R. Lamenha Lins (lado direito)	88	EXCELENTE	7°
R. Brigadeiro Franco (lado direito)	66	BOM	18°
R. Desembargador Motta (lado direito)	83	BOM	11°
R. Buenos Aires (lado direito)	40	POBRE	20°
R. Pasteur (lado direito)	66	BOM	18°
R. Pasteur (lado esquerdo)	73	MUITO BOM	15°
R. Coronel Dulcídio (lado direito)	86	EXCELENTE	10°
R. Coronel Dulcídio (lado esquerdo)	11	MUITO POBRE	22°
R. Maurício Caillet (lado direito)	96	EXCELENTE	2°
R. Maurício Caillet (lado esquerdo)	79	MUITO BOM	13°
R. Alferes Ângelo Sampaio (lado direito)	35	POBRE	21°
R. Alferes Ângelo Sampaio (lado esquerdo)	83	MUITO BOM	11°
R. Bento Viana (lado direito)	87	EXCELENTE	8°
R. Bento Viana (lado esquerdo)	68	BOM	17°
R. Silveira Peixoto (lado direito)	96	EXCELENTE	2°
R. Silveira Peixoto (lado esquerdo)	97	EXCELENTE	1°
R. Alexandre Gutierrez (lado direito)	91	EXCELENTE	5°
R. Alexandre Gutierrez (lado esquerdo)	69	BOM	16°
R. Saint Hilaire (lado direito)	1	PÉSSIMO	24°
R. Saint Hilaire (lado esquerdo)	8	PÉSSIMO	23°
Av. República Argentina (lado direito)	77	MUITO BOM	14°
Av. República Argentina (lado esquerdo)	67	BOM	15°
R. Carneiro Lobo (lado direito)	89	EXCELENTE	6°
R. Carneiro Lobo (lado esquerdo)	93	EXCELENTE	4°
MÉDIA DOS PCI's	68,70	BOM	

Tabela 7 - Compilação de dados relativos à inspeção realizada em campo.

A partir dos dados descritos e obtidos na tabela 7, determinou-se a análise estatística dos valores do PCI, que estão representadas na Tabela 6 a seguir.

Número de transições	n	24
Média dos PCI's	x	69

Tabela 8- Cálculo e análise estatística dos valores do PCI

De acordo com a análise estatística das vinte e quatro faixas inspecionadas, verificou-se que na média dos PCI's, 83,3% encontram-se em bom estado de conservação e apenas 16,7% necessitam de manutenção corretiva.

No gráfico 01 apresentam-se valores em área dos defeitos catalogados nas faixas inspecionadas, observa-se que o defeito de deslocamento longitudinal do pavimento causada pelo carregamento de tráfego é o que obteve maior incidência, seguido de largura excessiva das juntas e perda de areia por bombeamento. Os defeitos de menor incidência foram falta de blocos, blocos danificados e correção do pavimento com material diferente.

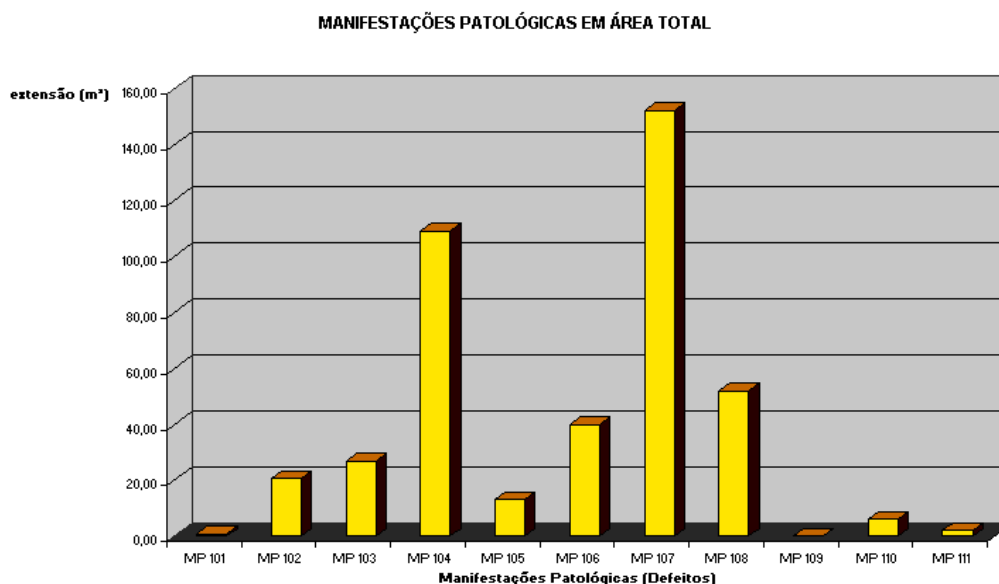


Figura 62 – Manifestações patológicas em área total

MP 101 - Blocos Danificados	MP 102 - Depressões	MP 103 - Contenção Lateral	MP 104 - Largura Excessiva das juntas
MP 105 - Diferença de Altura entre Blocos Isolados	MP 106 - Hasteamento	MP 107 - Deslocamento	
MP 108 - Perda de Areia por Bombeamento	MP 109 - Falta de Blocos		
MP 110 - Correção com Material Diferente	MP 111 - Trilhos ou Sulcos		

O presente capítulo apresentou as análises feitas através dos resultados referente aos PCI's de cada transição. No próximo capítulo serão tecidas as principais considerações finais do trabalho e sugestão para o aprimoramento do mesmo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo apresentar-se-á as considerações finais deste trabalho, bem como recomendações para trabalhos futuros relacionados à área.

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que foram atingidos os objetivos pré-estabelecidos no início deste trabalho e corroborou-se a hipótese de que as faixas de transição com blocos intertravados de concreto, empregados como faixas de transição em 14 cruzamentos com a Avenida Iguaçu estão em boas condições de uso, passado a metade da vida útil (10 anos).

Além disso, pode-se observar que:

a) das vinte e quatro faixas de transição analisadas, correspondente a 100% da amostra, apenas 16,7%, quatro faixas, apresentaram PCI inferior a 56 (conceito BOM), cujos trechos necessitam de manutenção. Ainda com estes defeitos, o valor do PCI médio das vinte e quatro faixas de transição é de 69 pontos (conceito atribuído como BOM). O resultado valida a hipótese levantada no item 1.3 deste trabalho, ou seja, que as faixas de transição, entre os pavimentos rígido/flexível ao longo da Avenida Iguaçu, passado metade da vida útil, estão em boas condições de uso.

b) não houve diferença significativa, no cálculo do PCI, entre as faixas somente do lado direito (quatro) e o segundo grupo (com transição tanto do lado direito como do lado esquerdo), os resultados do PCI ficaram respectivamente, 69 e 68 e conceito bom de pavimento.

c) três manifestações descritas no Guia: blocos danificados, falta de blocos e trilhos ou sulcos, praticamente não ocorrem nas faixas estudadas, representam em percentagem respectivamente 0,07%, 0,002% e 0,18% da área total, sua existência pode ser desprezada.

d) a análise deste estudo não faz referência a análise de projeto. Métodos executivos, condições e fluxo de tráfego e manutenção que possam ter sido realizadas nas transições.

e) como comparativo, com os defeitos levantados nas transições com blocos intertravados de concreto na Avenida Iguaçu, foi elaborado catálogo de defeitos elencados no manual de Patologias de Pavimentos de Concreto Intertravado (INTERLOCKING CONCRETE BLOCK PAVEMENT DISTRESS GUIDE, 2007), e constatou-se que a qualidade do pavimento é compatível com o tráfego intenso na Avenida Iguaçu e está atendendo perfeitamente a expectativa de vida útil do material empregado, podendo ser

recomendado a aplicação deste pavimento em pistas com as mesmas características e volume de tráfego.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHO FUTUROS.

Para a continuidade do trabalho desenvolvido são sugeridos os seguintes trabalhos futuros:

- a) Estudo de programas de manutenção corretiva nas transições em pavimentos intertravados em todos os trechos da Avenida Iguaçu;
- b) Estudo de programas de manutenção preventiva em pavimentos intertravados de concreto.
- c) Estudo de custo total de implantação, manutenção e substituição das faixas de transição após o fim da vida útil das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9780** Peças de concreto para pavimentação – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781** Peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 1987.

ARENA *et al.* **Estudo de las implicâncias relacionadas com la construcción y uso de distintos pavimentos utilizados em calles residenciales de l ciudad de Mendoza.** Avances em Energias Renovables y Médio Ambiente, 2001. Argentinam v, 5, p.01, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. In: **PALESTRA PAVIMENTO INTERTRAVADO – MKT.** São Paulo; Associação Brasileira do Cimento Portland – ABCP, 2001, CD-ROM, 115 slides, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP. Cartilha "Pavimentos Intertravados" ABCP, são Paulo-SP -2008, disponível em <http://www.maski.com.br/cartilha-abcp.html>).

ATLAS GLOBO. **A origem de Roma.** Atlas da História Universal – The Times. Editora: O globo, Rio de Janeiro, 1995..

CARVALHO, M. D. *ET-27. Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto.* 4ª edição. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 1998.

CRUZ, L.O.M. *Pavimento intertravado de concreto: Estudo dos elementos e métodos de dimensionamento.* 281p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1996.

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

HALLACK, A. *Pavimento intertravado uma solução universal.* **Revista Prisma**, São Paulo, v. 1, dezembro, p. 25-27, 2001.

INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT DISTRESS MANUAL, 2007.

KNAPTON, J. *Romans and their roads – The original small element pavement technologists*. In: **INTERNACIONAL CONCRETE BLOCK PAVING CONFERENCE**, 5, 1996, Tel-Aviv, Israel, June. p. 17-52, 1996.

MARQUES, A.C. *Estudo da influência da adição de borracha vulcanizada em concreto à temperatura ambiente e elevada temperatura*. 114p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista Ilha Solteira, 2005.

MADRID, G. G. *BT-135. Construção de pavimentos de blocos de concreto*. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, 1999.

MULLER, R. M. *Avaliação de transmissão de esforços em pavimentos intertravados de blocos de concreto*. 234p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PINTO, C. A. *et al. Study of the mechanical performance ppf composites of rubber powder and cement*. **Materials Science Forum**. 2003, v. 416-418, p. 720-724, 2003.

PIOROTTI, J. L. (1985). **Pavimentação intertravada**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Montana S.A. Indústria e Comércio, 1985.

PIOROTTI, J. L. (1989). **Pavimentação intertravada**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Montana S.A. Indústria e Comércio, 1989.

SENÇO, W. (1997). **Técnicas de pavimentação**. São Paulo. Editora: PINI. 1997.

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

SMITH, D. R. (2003). **Grand entrances. Interlocking concrete Magazine**. v. 10, number 2, p.4, 2003.

ANEXOS I

MODELO DA FICHA DE INSPEÇÃO DE CAMPO

[illegible]

ANEXO II

ÁBACOS:

