



**AVALIAÇÃO DE JUNTAS DE PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO:  
ESTUDO DE CASO DE UM GALPÃO EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PR**

CURITIBA  
2010



CLÁUDIA CRISTINA ANZZOLIN  
JERUZA CRISTINA SCHEIBE  
JUCELIA MARIA MENDES RAMOS

**AVALIAÇÃO DE JUNTAS DE PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO:  
ESTUDO DE CASO DE UM GALPÃO EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PR**

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

**Orientação:** Profº Msc. Carlos Roberto Giublin

CURITIBA  
2010

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, presente em qualquer momento.

Ao engenheiro civil professor Carlos Roberto Giublin pela orientação do trabalho. Aos engenheiros coordenadores do Instituto IDD, Luis Cesar Siqueira De Luca e Cesar Henrique Daher, pela oportunidade do curso.

Aos amigos e colegas de pós com os quais passamos muitas horas de estudo e trabalho, mas também de lazer. Estas amizades ficarão para sempre.

Aos pais, aos irmãos, aos maridos e filhos e aos amigos que nos ajudaram em todos os momentos para a realização deste trabalho.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

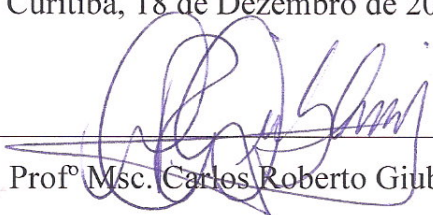
### AVALIAÇÃO DE JUNTAS DE PISO INDUSTRIAL DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO DE UM GALPÃO EM SÃO JOSÉ DOS PINHAIS - PR

Por

CLÁUDIA CRISTINA ANZZOLIN  
JERUZA CRISTINA SCHEIBE  
JUCÉLIA MARIA MENDES RAMOS

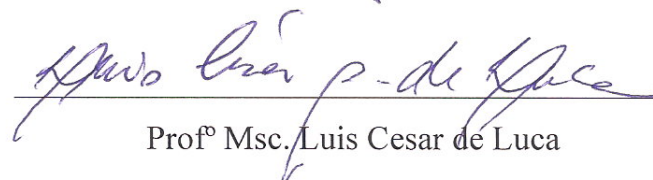
TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM PATOLOGIA NAS  
OBRAS CIVIS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS  
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba, 18 de Dezembro de 2010.



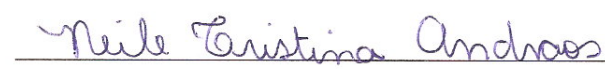
---

Profº Msc. Carlos Roberto Giublin



---

Profº Msc. Luis Cesar de Luca



---

Profª Msc. Neile Cristina Andraos

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso que mapeia as manifestações patológicas nas juntas do piso de concreto armado de um galpão industrial no município de São José dos Pinhais – Paraná. Devido às tensões provocadas pelo carregamento e por variações volumétricas das placas, as juntas quando mal executadas podem apresentar patologias, reduzindo assim a vida útil do piso industrial. Este estudo de caso visa levantar as condições das juntas: identificando, classificando e quantificando os defeitos encontrados, demonstrando através de gráficos o resultado encontrado. O estudo teve como referência as Normas do DNIT. Os resultados encontrados mostraram que as juntas do piso estudado sofreram algum tipo de patologia, causadas por falha na execução e também por falta de projetos. Dessa forma, pôde-se quantificar a incidência das patologias ocorrentes nas juntas transversais e longitudinais, bem como de forma global no piso do galpão.

Palavras chave: **Piso de concreto, piso industrial, juntas, patologias em juntas**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> - Esquema de um subsistema de vedação horizontal entre dois pisos consecutivos (Fonte: Barros <i>apud</i> Barros e Sabatini, 1995). ..... | 20 |
| <b>Figura 2</b> - Camadas típicas de um pavimento (Fonte: Senço, 2001). .....                                                                             | 20 |
| <b>Figura 3</b> - Elementos de composição (Fonte: Anapre, 2009). .....                                                                                    | 22 |
| <b>Figura 4</b> - Perfil típico do piso de concreto simples, sem barra de transferência (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                     | 24 |
| <b>Figura 5</b> - Perfil típico do piso de concreto simples com armadura de retração distribuída (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....            | 24 |
| <b>Figura 6</b> - Perfil típico do piso de concreto estruturalmente armado (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                  | 25 |
| <b>Figura 7</b> - Perfil típico do piso reforçado com fibra de aço (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                          | 25 |
| <b>Figura 8</b> - Perfil típico do piso de concreto protendido (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                              | 26 |
| <b>Figura 9</b> - Encaixe tipo macho-e-fêmea (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                                                | 30 |
| <b>Figura 10</b> - Junta desprotegida (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                                                       | 39 |
| <b>Figura 11</b> - Junta protegida (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                                                          | 39 |
| <b>Figura 12</b> - Junta serrada (Fonte: Boletim Técnico Fadamac, 2007) .....                                                                             | 40 |
| <b>Figura 13</b> - Junta serrada (Fonte: Boletim Técnico Fadamac, 2007) .....                                                                             | 40 |
| <b>Figura 14</b> - Junta de construção com barras de transferência (Fonte: IBTS, 2006) .....                                                              | 41 |
| <b>Figura 15</b> - Junta serrada (Fonte: IBTS, 2006). .....                                                                                               | 41 |
| <b>Figura 16</b> - Serragem das Juntas (Fonte: Senço, 2001). .....                                                                                        | 42 |
| <b>Figura 17</b> - Junta de Contração com Barra de Transferência (Fonte: Senço, 2001). .....                                                              | 43 |
| <b>Figura 18</b> - Juntas de Articulação (Fonte: Senço, 2001) .....                                                                                       | 44 |
| <b>Figura 19</b> - Junta longitudinal de construção (Fonte: Rodrigues <i>et. al.</i> , 2006)... ..                                                        | 45 |
| <b>Figura 20</b> - Junta para expansão, tipo diamante (Fonte: Rodrigues <i>et. al.</i> , 2006) .....                                                      | 46 |
| <b>Figura 21</b> - Junta de dilatação (Fonte: Rodrigues <i>et. al.</i> , 2006) .....                                                                      | 46 |
| <b>Figura 22</b> - Junta de encontro (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                                                        | 47 |
| <b>Figura 23</b> - Junta de encontro tipo diamante (Fonte: RODRIGUES <i>et al</i> , 2006). .....                                                          | 47 |
| <b>Figura 24</b> - Junta de dilatação (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                                                       | 48 |
| <b>Figura 25</b> - Deficiência dos Selantes na Proteção das Juntas (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                          | 52 |
| <b>Figura 26</b> - Material de Preenchimento Semi-rígido (Fonte: Rodrigues <i>et al</i> , 2006). .....                                                    | 52 |
| <b>Figura 27</b> - Fissura de Canto (Fonte: Giublin, 2010). .....                                                                                         | 54 |
| <b>Figura 28</b> - Escalonamento de Juntas (Fonte: Giublin, 2010). .....                                                                                  | 54 |
| <b>Figura 29</b> - Fissura Transversal (Fonte: Giublin, 2010). .....                                                                                      | 55 |

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 30</b> - Fissura Longitudinal (Fonte: Giublin, 2010).....                                                | 56 |
| <b>Figura 31</b> - Fissuras Diagonais (Fonte: Giublin, 2010).....                                                  | 57 |
| <b>Figura 32</b> - Quebra de Canto (Fonte: Giublin, 2010).....                                                     | 58 |
| <b>Figura 33</b> - Esborcinamento (Fonte: Giublin, 2010).....                                                      | 58 |
| <b>Figura 34</b> - Esquema explicativo da composição da planilha para contagem das manifestações patológicas. .... | 60 |
| <b>Figura 35</b> - Fachada do galpão – Nov./2010. ....                                                             | 62 |
| <b>Figura 36</b> - Vista Interna do galpão – Fase 1 de concretagem – Nov./2010. ....                               | 63 |
| <b>Figura 37</b> - Vista Interna do galpão – Fase 1 para 2 de concretagem – Nov./2010. ....                        | 63 |
| <b>Figura 38</b> - Vista Interna dos fundos do galpão em direção a frente – Nov./2010. ....                        | 64 |
| <b>Figura 39</b> - Fissura localizada no trecho entre os pilares 14 e 15 – Nov./2010. .                            | 65 |
| <b>Figura 40</b> - Check list do levantamento dos dados da amostra. ....                                           | 65 |
| <b>Figura 41</b> - Placas 1 / 2 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                   | 66 |
| <b>Figura 42</b> - Placas 2 / 3 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                   | 67 |
| <b>Figura 43</b> - Placas 3 / 4 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                   | 67 |
| <b>Figura 44</b> - Placas 4 / 5 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                   | 68 |
| <b>Figura 45</b> - Placas 8 / 9 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                   | 68 |
| <b>Figura 46</b> - Placas 20 / 21 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 69 |
| <b>Figura 47</b> - Placas 21 / 22 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 69 |
| <b>Figura 48</b> - Placas 26 / 27 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 70 |
| <b>Figura 49</b> - Placas 28 / 29 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 70 |
| <b>Figura 50</b> - Placas 33 / 34 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 71 |
| <b>Figura 51</b> - Placas 35 / 36 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 71 |
| <b>Figura 52</b> - Placas 39 / 40 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 72 |
| <b>Figura 53</b> - Placas 41 / 42 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 72 |
| <b>Figura 54</b> - Placas 45 / 46 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 73 |
| <b>Figura 55</b> - Placas 50 / 51 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                 | 73 |
| <b>Figura 56</b> - Placas 53 – Longitudinal – Nov./2010. ....                                                      | 74 |
| <b>Figura 57</b> - Placas 2 / 8 – Transversal – Nov./2010. ....                                                    | 74 |
| <b>Figura 58</b> - Placas 7 / 13 – Transversal – Nov./2010. ....                                                   | 75 |
| <b>Figura 59</b> - Placas 9 / 15 – Transversal – Nov./2010. ....                                                   | 75 |
| <b>Figura 60</b> - Placas 10 / 16 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 76 |
| <b>Figura 61</b> - Placas 11 / 17 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 76 |
| <b>Figura 62</b> - Placas 16 / 22 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 77 |
| <b>Figura 63</b> - Placas 35 / 41 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 77 |
| <b>Figura 64</b> - Placas 39 / 45 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 78 |
| <b>Figura 65</b> - Placas 45 / 51 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 78 |
| <b>Figura 66</b> - Placas 47 / 53 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 79 |
| <b>Figura 67</b> - Placas 52 / 58 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 79 |
| <b>Figura 68</b> - Placas 53 / 59 – Transversal – Nov./2010. ....                                                  | 80 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gráfico 01</b> – Percentual de ocorrência de manifestações patológicas nas juntas longitudinais.....                           | 83 |
| <b>Gráfico 02</b> - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas nas juntas transversais.....                            | 84 |
| <b>Gráfico 03</b> - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas nas juntas longitudinais e transversais.....            | 85 |
| <b>Gráfico 04</b> - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas de acordo com sua origem (funcional ou estrutural)..... | 86 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 01</b> - Levantamento de manifestações patológicas no sentido longitudinal.<br>..... | 81 |
| <b>Tabela 02</b> - Levantamento de manifestações patológicas no sentido transversal.<br>.....  | 82 |

## SUMÁRIO

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>AGRADECIMENTOS.....</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>                                     | <b>5</b>  |
| <b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>                       | <b>6</b>  |
| <b>SUMÁRIO.....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                              | <b>12</b> |
| 1.1. PROBLEMA DE PESQUISA.....                         | 13        |
| 1.2. OBJETIVOS.....                                    | 13        |
| 1.2.1. Objetivo Geral.....                             | 13        |
| 1.2.2. Objetivos Específicos.....                      | 13        |
| 1.3. HIPÓTESE.....                                     | 14        |
| 1.4. JUSTIFICATIVAS.....                               | 14        |
| 1.4.1. Tecnológicas.....                               | 14        |
| 1.4.2. Econômicas.....                                 | 15        |
| 1.4.3. Ecológicas.....                                 | 15        |
| 1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....                  | 16        |
| 1.5.1 Definição do Método de Pesquisa Utilizado.....   | 17        |
| 1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....                     | 18        |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                   | <b>19</b> |
| 2.1 CONCEITO DE PAVIMENTAÇÃO.....                      | 19        |
| 2.1.1. Camadas do pavimento.....                       | 19        |
| 2.1.2. Classificação dos pavimentos.....               | 21        |
| 2.1.3. Tipos de piso de concreto.....                  | 23        |
| 2.2. MATERIAIS BÁSICOS PARA PISOS INDUSTRIAIS.....     | 27        |
| 2.2.1. Cimento.....                                    | 27        |
| 2.2.2. Agregados.....                                  | 28        |
| 2.2.2.1 Agregados miúdos.....                          | 28        |
| 2.2.2.2 Agregados graúdos.....                         | 29        |
| 2.3. MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA.....         | 30        |
| 2.3.1 Dimensionamento das Barras de Transferência..... | 31        |
| 2.4. DRENAGEM.....                                     | 32        |
| 2.4.1. Fases da Execução.....                          | 32        |
| 2.4.2. Pós – Execução.....                             | 33        |
| 2.5. CURA.....                                         | 34        |
| 2.5.1 Cura por Umedecimento Constante.....             | 34        |
| 2.5.2 Cura com juta úmida e terra saturada.....        | 35        |
| 2.5.3 Cura com juta e saturação de água.....           | 35        |
| 2.5.4 Cura química.....                                | 36        |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.6. JUNTAS.....                                                       | 36        |
| 2.6.1 Função das Juntas.....                                           | 38        |
| 2.6.2 Tipos de Juntas.....                                             | 40        |
| 2.6.2.1 Juntas Transversais.....                                       | 40        |
| 2.6.2.2 Juntas de Retração.....                                        | 41        |
| 2.6.2.3 Juntas Longitudinais.....                                      | 44        |
| 2.6.2.4 Juntas de Construção.....                                      | 45        |
| 2.6.2.5 Juntas de Expansão.....                                        | 46        |
| 2.6.3 Selantes e Materiais para o Preenchimento de Juntas.....         | 48        |
| 2.6.3.1 Selantes.....                                                  | 49        |
| 2.6.3.1.1 Selantes Pré Moldados.....                                   | 50        |
| 2.6.3.2 Materiais de Preenchimento das Juntas.....                     | 51        |
| 2.7 PATOLOGIAS QUE OCORREM NAS JUNTAS DE PISOS INDUSTRIAIS.....        | 53        |
| 2.7.1 Fissuras De Canto.....                                           | 53        |
| 2.7.2. Escalonamento ou Degrau das Juntas.....                         | 54        |
| 2.7.3. Fissuras Lineares.....                                          | 55        |
| 2.7.3.1. Fissuras Transversais.....                                    | 55        |
| 2.7.3.2. Fissuras Longitudinais.....                                   | 56        |
| 2.7.3.3. Fissuras Diagonais.....                                       | 56        |
| 2.7.4. Quebra De Canto.....                                            | 57        |
| 2.7.5. Esborcinamento.....                                             | 58        |
| <b>3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO.....</b>                                     | <b>59</b> |
| 3.1. PROCEDIMENTOS PARA A PESQUISA.....                                | 59        |
| <b>4. ESTUDO DE CASO.....</b>                                          | <b>61</b> |
| 4.1. VISTORIA DO OBJETO DE ESTUDO DE CASO.....                         | 61        |
| 4.1.1 Planejamento da vistoria.....                                    | 61        |
| 4.1.2. Preparação para a vistoria.....                                 | 63        |
| 4.1.3. Vistoria.....                                                   | 64        |
| 4.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS DA AMOSTRA.....                            | 65        |
| <b>5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>                                  | <b>66</b> |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b> | <b>87</b> |
| 6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                         | 87        |
| 6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....                         | 87        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                 | <b>89</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                     | <b>93</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O piso é sem dúvida a estrutura mais utilizada numa edificação industrial. Toda a produção, comercialização, movimentação e produção se desenvolve sobre o pavimento. A qualidade de um pavimento industrial está fortemente condicionada por fatores diversos interligados, sejam os projetos, os materiais, a execução, conservação e manutenção nele utilizada, de acordo com DEGUSSA (2005), assim também está sob o ponto de vista da patologia nessas obras civis.

O conhecimento do comportamento patológico sob o aspecto de degradação e de previsão permite incorporar o conceito de manutenção de forma e em épocas corretas da vida útil aumentando assim o tempo de utilização da edificação bem como mantê-la em boas condições de segurança e desempenho (CARMONA e CARMONA, 2005).

RIPPER *et al.* (1998), entende que a patologia na construção civil pode ser entendida como “o baixo”, ou “fim do desempenho” da estrutura em si, no que diz respeito à durabilidade, estética, servicibilidade e, principalmente, durabilidade da mesma com relação às condições a que está submetida. Segundo HELENE (2002), os fenômenos patológicos geralmente apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos.

CARMONA *et al* (1988), ao classificar as incidências patológicas de acordo com sua origem de ocorrência em edificações vistoriadas pelo Brasil até 1988, divulgaram uma estatística retratando que os defeitos de execução apontam para 49% desses problemas.

Os custos relativos de intervenção na estrutura crescem rapidamente com o tempo de espera para se fazer essa intervenção. HELENE (2002) explicita que as correções dos problemas patológicos são mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de executar e bem mais baratas quanto mais cedo forem executadas. Ainda, que a demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada “lei de

Sitter”, que representa a evolução dos custos por uma progressão geométrica de razão 5.

O presente trabalho, elaborado com base em pesquisas bibliográficas aplicadas a um estudo de caso, visa apresentar informações sobre piso industrial e suas juntas, quantificando as manifestações patológicas observadas nas juntas do piso industrial de um galpão localizado na cidade de São José dos Pinhais, Estado do Paraná.

### 1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Sabendo que as juntas são necessárias e ao mesmo tempo um ponto crítico na execução do piso industrial, há manifestações patológicas nas juntas do piso de um galpão localizado na cidade de São José dos Pinhais, no Paraná?

### 1.2. OBJETIVOS

Nesse item, serão apresentados os objetivos do presente trabalho.

#### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é mapear as manifestações patológicas das juntas existentes no piso de um galpão, situado na cidade de São José dos Pinhais.

#### 1.2.2. Objetivos Específicos

O objetivo específico é identificar os defeitos existentes nas juntas do piso industrial, com as seguintes ações:

- Identificar as manifestações patológicas através de inspeção visual;
- Classificar as manifestações patológicas encontradas;

- Quantificar as manifestações patológicas encontradas;
- Apresentar uma análise da quantidade das manifestações identificadas.

### 1.3. HIPÓTESE

Supõe-se que existem manifestações patológicas nas juntas do galpão que será objeto do estudo.

### 1.4. JUSTIFICATIVAS

Nesse item serão apresentados as justificativas da execução deste trabalho, considerando a relevância de sua implementação e as justificativas tanto para a área tecnológica, econômica como para a área ecológica.

#### 1.4.1. Tecnológicas

O crescente avanço da economia tem demandado soluções cada vez mais inovadoras em pisos industriais. Novas tecnologias têm surgido no mercado da construção industrial com intuito de fazer frente à implantação de projetos industriais de grande porte (VIECILI, 2006).

A falta de especialização de profissionais resulta em projetos que avaliam na maioria das vezes, somente as questões estruturais da placa de concreto que compõe o piso industrial, deixando de contemplar outros aspectos fundamentais e determinantes do desempenho do piso, como a verificação das condições de execução, os materiais e características do concreto, o projeto e execução de juntas (CHODOUNSKY, 2007).

Um fator técnico importante para que se tenha sucesso da obra de pisos industriais são as juntas, tema que aborda este estudo. Os pisos são basicamente formados por placas, em sua maioria retangulares ou quadradas,

com dimensões limitadas, e a função básica das juntas é evitar danos na estrutura, bem como manter a sua durabilidade (*id.,ib.*).

Procurando-se aliar, o resultado final da obra à utilização de tecnologia e conhecimento existente, de acordo com o que se descreve no desenvolvimento deste estudo, percebe-se a baixa ocorrência de defeitos nas juntas.

#### **1.4.2. Econômicas**

O piso industrial que foi mal projetado, mal especificado e incorretamente instalado poderá resultar em grandes perdas financeiras e de produtividade para a empresa devido aos altos custos que envolvem as manutenções periódicas, reposição de material, parada de produção e desgastes operacionais (CHODOUNSKY, 2007).

A construção de um piso industrial exige cuidados, especialmente nas medidas preventivas e corretivas do surgimento de trincas e rachaduras. Causas climáticas e do próprio uso são agentes que podem comprometer a durabilidade da estrutura e viabilidade do piso industrial.

De acordo com CHODOUNSKY (2007), estima-se que mais de dois terços das manifestações patológicas dos pisos de concreto estejam relacionadas com falhas nas juntas.

Dessa forma, é de fundamental importância o conhecimento do comportamento de juntas em piso industrial, visando a qualidade, segurança, conforto e durabilidade do mesmo.

#### **1.4.3. Ecológicas**

O concreto é, provavelmente, o mais abundante de todos os materiais sólidos produzidos e a produção mundial anual chega, atualmente há duas

toneladas por pessoa no planeta. O concreto é popular em construções modernas porque é um material altamente durável (MAURY de CARVALHO, 2008).

MAURY de CARVALHO (2008) comenta que a indústria do cimento, material que compõe o concreto, tem sido apontada como geradora de impactos tanto ambientais como sociais, gerando problemas no meio natural como questões relacionadas à saúde humana, por meio de contaminação no ar, na água e no solo. Mais recentemente com a questão do aquecimento global e das mudanças climáticas em foco, ficou visada por ser um grande emissor de gases de efeito-estufa, causando um macro impacto em escala mundial.

Para BOTELHO (2010), a geração de resíduos durante a fase de construção é decorrência das perdas dos processos construtivos. Partes das perdas do processo permanece incorporada nas construções. Mudanças tecnológicas também podem reduzir as perdas e os entulhos da construção, se aplicado conceito e técnica adequada para a execução dos sistemas construtivos.

A ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland, entende que o conflito entre o desenvolvimento e a preservação ambiental tem solução e passa pela inovação nos hábitos de consumo e visão holística do tema.

Em função da temática do estudo, um dos sistemas construtivos adequados para o piso industrial, sujeitos a várias tensões e deformações devido aos carregamentos e às variações de temperatura está diretamente ligado à importância dada ao dimensionamento e ao projeto e comportamento das juntas visando a durabilidade do sistema construtivo.

### 1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será apresentado o método científico que foi utilizado no desenvolvimento do trabalho.

### **1.5.1 Definição do Método de Pesquisa Utilizado**

O entendimento de GIL (1996) sobre o significado da pesquisa é que ela tem por objetivo fundamental “descobrir respostas para problemas, mediante o emprego de procedimentos científicos”.

GIL (1996) comenta que o estudo de caso trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos) a fim de permitir o seu amplo e detalhado conhecimento.

Seu objetivo é aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido, visando estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria (MATTAR, 1996).

YIN (2001) coloca que os estudos de casos podem ser classificados segundo seu conteúdo e objetivo final – exploratórios, explanatórios ou descritivos – ou quantidade de casos (caso único – holístico ou incorporado ou casos múltiplos – também categorizados em holísticos ou incorporados).

YIN (2001), enfatiza que a principal tendência em todos os tipos de estudo de caso é que estes tendem esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e quais resultados alcançados.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, existem duas perspectivas para a realização da pesquisa: a pesquisa quantitativa e a qualitativa (ROESCH, 1999).

A pesquisa quantitativa significa transformar opiniões e informações em números para possibilitar a classificação e análise. Exige o uso de recursos e de técnicas estatísticas. Para RICHARDSON (1989), esta modalidade de pesquisa caracteriza-se pelo emprego da quantificação desde a coleta das informações até a análise final por meio de técnicas estatísticas, independente de sua complexidade.

Considerando a hipótese levantada no item 1.3, o presente trabalho se desenvolve através de estudo de caso, com a pesquisa sendo classificada como quantitativa.

## 1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em seis capítulos que tratam dos assuntos abaixo colocados:

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

O **Capítulo 2** apresenta a revisão bibliográfica e discorre sobre os tipos de pavimentos, seus materiais básicos para execução, os tipos de juntas existentes. Descreve, também, as manifestações patológicas que ocorrem em pisos de concreto.

O **Capítulo 3** trata do método de avaliação que foi escolhido para a pesquisa de campo empregado neste trabalho.

No **Capítulo 4** encontra-se a apresentação do estudo de caso, a descrição do galpão e a vistoria, resumindo os principais defeitos e tendo seus resultados analisados no **Capítulo 5**.

O **Capítulo 6** apresenta as considerações finais acerca da pesquisa e as recomendações para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONCEITO DE PAVIMENTAÇÃO

O pavimento, considerado como parte integrante de uma edificação, tem como função o suporte aos usuários, veículos e mobiliários devendo permitir que se transite em sua superfície com segurança e confortabilidade (BARROS e SABBATINI, 1995).

Outras funções que também podem ser atribuídas a esta parte integrante da edificação, de acordo com BARROS e SABBATINI (1995), são:

- Proteção da estrutura contra a ação de agentes agressivos, evitando sua degradação precoce e, conseqüentemente, aumentando a sua durabilidade e diminuindo os custos de manutenção dos edifícios;
- Auxílio no comportamento global da vedação horizontal como forma de melhor desempenho quanto ao isolamento termo-acústico, absorção de sons de impacto, estanqueidade aos gases e à água e segurança contra o fogo;
- Valorização estética da edificação.

Um pavimento precisa atender as finalidades de resistir aos esforços (verticais, horizontais e tangenciais), ao desgaste e permitir segurança e conforto ao usuário (*id.,ib.*).

#### 2.1.1. Camadas do pavimento

Para BARROS e SABBATINI (1995), o piso normalmente, constitui-se de diversas camadas. Essas camadas poderão ser diferentes de acordo com a especificação do material, componente e técnica empregados na sua execução, em função do tipo de utilização a ser destinada a edificação, como mostra a Figura 1.

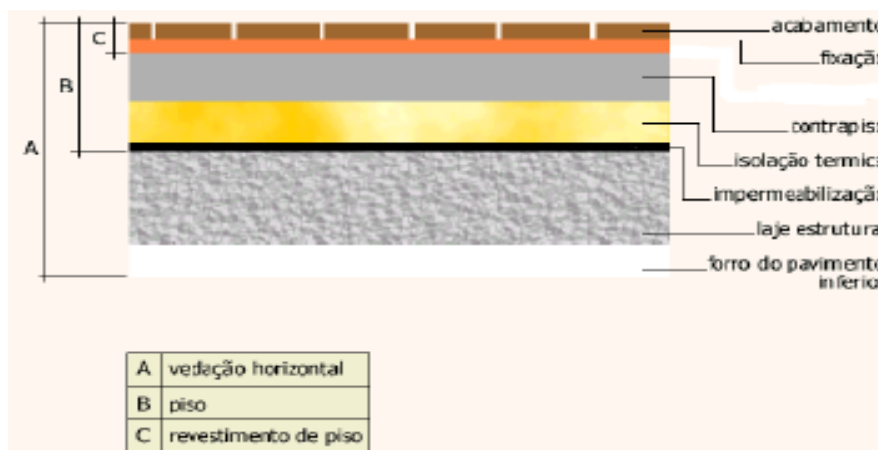


**Figura 1** - Esquema de um subsistema de vedação horizontal entre dois pisos consecutivos (Fonte: Barros *apud* Barros e Sabatini, 1995).

Para CRISTELLI (2010), o subleito é a camada mais profunda (fundação do pavimento), tendo função de absorver os esforços dos carregamentos transmitidos pelas placas de concreto. Acima deste tem-se a sub-base, camada complementar à base, a qual recebe e distribui os esforços oriundos do tráfego. As bases podem ser flexíveis, semi-rígidos e rígidos. E por fim há o revestimento, que recebe diretamente os esforços do tráfego e do clima, e protege as camadas inferiores. Estes revestimentos podem ser flexíveis (asfálticos), semi-rígidos (pedras e peças pré-moldadas) e rígidos (concreto de cimento), como na Figura 2.

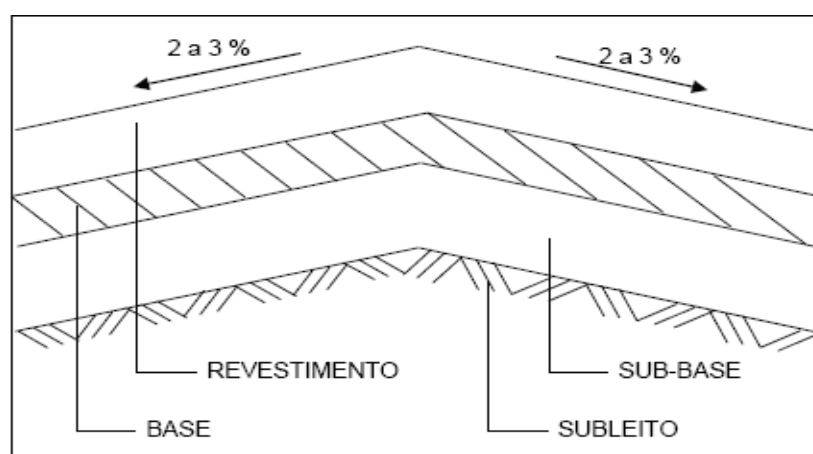


**Figura 2** - Camadas típicas de um pavimento (Fonte: Senço, 2001).

### 2.1.2. Classificação dos pavimentos

Os pavimentos são classificados por diversos fatores:

- a) Em função do tráfego: de muito leve até 3 veículos comerciais (caminhões) / dia, passa por leve, médio, pesado, e muito pesado acima de 2000 veículos / dia.
- b) Em função da sua composição: asfalto, cimento, peças articuladas, etc.
- c) Em função do processo construtivo de seus materiais: na usina, pré-misturado ou mistura na pista.
- d) Em função do tipo de agregado aplicado: brita graduada, seixo rolado, escória, etc.
- e) Em função do tipo de aditivo: solo-cimento, solo-cal, solo-betume, etc.

Segundo BARROS e SABBATINI (1995), para o piso industrial <sup>1</sup>, que é piso apoiado diretamente no solo e o elemento estrutural onde toda a atividade produtiva de uma empresa se desenvolve, o número de camadas necessárias para a sua constituição é menor e distinta onde se destaca: o subleito, a sub-base, a barreira impermeável, o piso de concreto e o revestimento, de acordo com a Figura 3.

Segundo CHODOUNSKY (2007), nas obras industriais os pisos podem ser construídos em concreto simples, ou com armadura distribuída, ou com adição de fibra de aço, ou estruturalmente armados ou com armadura protendida.

Decidido o tipo de piso, define-se o dimensionamento e a execução que atenda as exigências de uma eficiente construção industrial que vai desde a

---

<sup>1</sup> Considera-se, a partir de agora, o termo piso industrial para definir pavimento.

preparação da sub-base até o revestimento, de tal forma que se evite o surgimento de manifestações patológicas que podem ser separadas em três grandes grupos: fissuras, desgastes e esborcinamento de juntas (CHODOUNSKY, 2007).

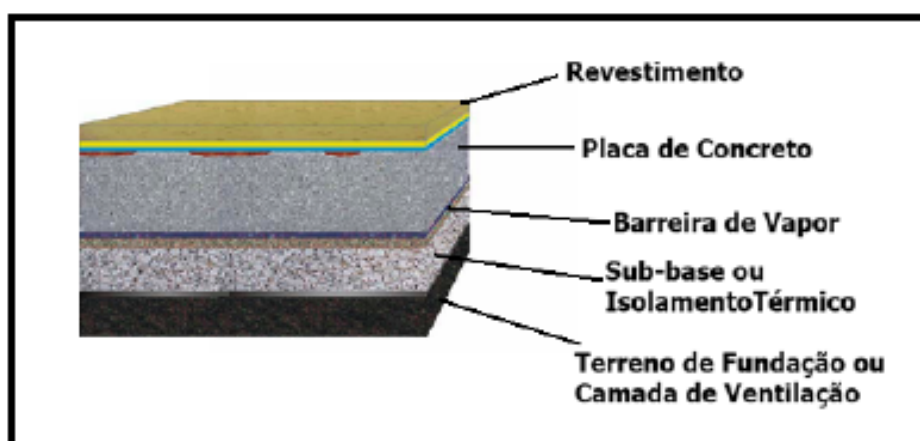


**Figura 3** - Elementos de composição (Fonte: Anapre, 2009).

Já, entre os fatores que geram mais problemas em um piso industrial pode se citar: falhas de projeto, falhas de execução, má compactação da base e/ou sub-base do piso, concreto mal dosado, materiais inadequados, recalques e depressões, baixa resistência a abrasão, cura deficiente, má execução das juntas, etc. (BARROS e SABBATINI, 1995).

Embora se reconheça a necessidade funcional da utilização das juntas, elas apresentam problemas relativos à sua estanqueidade, pois são zonas franqueadoras da entrada de água para as estruturas (*id.*, *ib.*).

As manifestações patológicas associadas à execução de juntas de dilatação ou de expansão decorrem do fato destas, ao longo da vida da edificação, sofrerem variações de aberturas. Primeiro pela retração do concreto, posteriormente por ações de origem térmica. Já as juntas de construção são decorrentes da paralisação da concretagem da placa, e por fim as juntas de retração ou controle e são as consideradas trincas induzidas (*id.*, *ib.*).

### 2.1.3. Tipos de piso de concreto

Os pisos de concreto são elementos que estão continuamente apoiados e que são dimensionados para suportar cargas diferenciais em intensidade e forma de atuação. Assim podem ser executados sob diferentes aspectos estruturais e funcionais (SENEFONTE, 2007).

CHOUDOUNSKY (2007) agrupou os pisos de concreto em classes, utilizando o critério de presença ou não de armaduras, conforme segue:

#### 2.1.3.1. Pisos de concreto simples

O piso de concreto simples foi muito utilizado até meados dos anos 80. Segundo RODRIGUES *et al* (2006) como este tipo de piso não possui armaduras, todos os esforços de flexão e tração ao qual está submetido, são absorvidos pela placa de concreto (Figura 4).

O dimensionamento desses pisos resulta em espessuras elevadas, uma vez que o concreto possui elevada resistência à compressão e baixa resistência à tração. É elevado o número de juntas para este tipo de piso, considerando que o concreto simples não absorve esforços de retração intensa (SENEFONTE, 2007).

Para que se possa controlar o fissuramento ocasionado pela retração, empenamento e dilatação térmica é necessário que entre as placas de concreto que compõem o piso industrial sejam previstas a utilização de juntas. As barras de aço podem ser utilizadas entre as placas a fim de transferir esforços entre elas. A presença das barras de transferência é um fator importante no estudo do dimensionamento das placas de concreto (*id.*, *ib.*).

Já o concreto, deve apresentar elevada resistência à compressão e à flexão que, conseqüentemente consumirá maior quantidade de cimento. Para minimizar esse consumo, o indicado é adotar uma baixa relação água/cimento de tal forma que proporcione uma resistência adequada sem aumentar o problema de retração (OLIVEIRA, 2000).

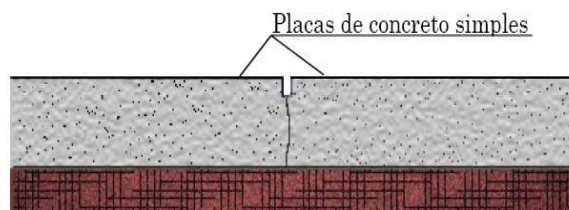


**Figura 4** - Perfil típico do piso de concreto simples, sem barra de transferência (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

#### 2.1.3.2. Pisos de concreto simples com armadura distribuída

Para OLIVEIRA (2007), o piso de concreto simples com armadura distribuída é constituído por uma placa de concreto dotada de armadura - tela soldada - com o intuito de controlar a fissuração. Quanto maior o diâmetro da barra de aço maior será a eficiência na redução das fissuras, além de reduzir a possibilidade de empenamento das placas de concreto (Figura 5).

A cada junta, a tela soldada deve ser interrompida. Sua posição correta deve ser o terço superior da placa de concreto, respeitando no mínimo 5 cm de recobrimento. É o sistema mais utilizado no Brasil. (*id.*, *ib.*).

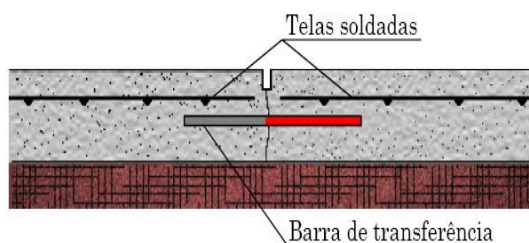


**Figura 5** - Perfil típico do piso de concreto simples com armadura de retração distribuída (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

#### 2.1.3.3. Piso de concreto estruturalmente armado

De acordo com OLIVEIRA (2007), no piso de concreto estruturalmente armado pode-se obter placas de concreto com espessura menor e com dimensões maiores em relação aos pisos de concreto simples e com armaduras, pois consegue-se associar ótima resistência à compressão à ótima resistência à tração das barras de aço (Figura 6).

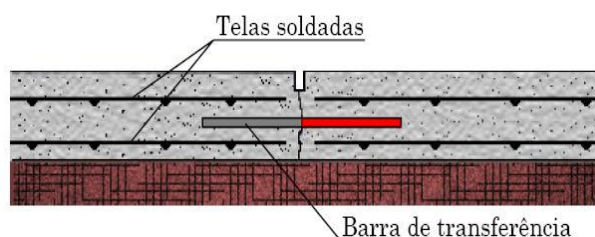


**Figura 6** - Perfil típico do piso de concreto estruturalmente armado (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

#### 2.1.3.4. Piso de concreto reforçado com fibra de aço

As fibras são materiais trefilados de alta resistência misturados ao concreto pouco antes da execução do piso, tornando-se um componente responsável pelo controle da fissuração da placa de concreto, pois quanto maior a quantidade de fibra misturada ao concreto maior será a possibilidade de a fibra interceptar uma fissura (CHODOUNSKY, 2007) (Figura 7).

Comparando-se com o piso de concreto simples, é possível a execução do piso com adição de fibras com menor espessura e com maior distância entre as juntas. (*id.*, *ib.*).

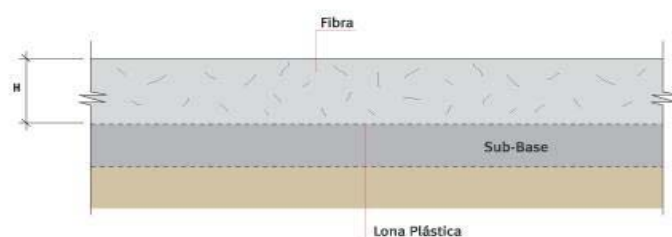


**Figura 7** - Perfil típico do piso reforçado com fibra de aço (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

#### 2.1.3.5. Piso de concreto com armadura protendida

Neste tipo de sistema utiliza-se uma armadura que é tracionada por macacos hidráulicos. Esta força é transferida à placa de concreto por meio de ancoragens localizadas nas extremidades (OLIVEIRA, 2007) (Figura 8).

CHOUDOUNSKY (2007) observa que a restrição ao encurtamento dos cabos tensionados, impostas pelas ancoragens, é responsável pela transmissão da carga de protensão para o concreto, resultando em uma força de compressão a qual deve eliminar ou reduzir os esforços de tração induzidos pelo carregamento, por gradientes de temperatura e pelo atrito da placa com a base. A aplicação da protensão permite que depois de atingido o limite elástico da placa, haja a redistribuição dos momentos fletores positivo, que por sua vez, acarreta no aumento progressivo do momento negativo.

Ainda de acordo com CHOUDOUNSKY (2007), dessa forma o colapso da placa protendida pode ser definido também pelo seu limite plástico, caracterizado pelo aparecimento de fissuras na superfície do pavimento quando o momento negativo supera a resistência a resistência do concreto. A partir deste ponto, o incremento no carregamento conduz a uma ruptura frágil por puncionamento da placa.

A placa protendida, sendo menos solicitada à tração, apresenta em igualdade de condições, uma vida útil maior. Em condições normais de uso quase não ocorrem tensões de tração no pavimento protendido, podendo as mesmas serem controladas através da protensão. (*id.*, *ib.*).

As juntas de dilatação, maior fonte de manifestações patológicas na placa convencional, podem ser distanciadas de até 150 m uma da outra, sendo porém, de execução mais sofisticada. (P. BINA E A.O.F. TEIXEIRA, 2001 *apud* TECHNE, 2001).

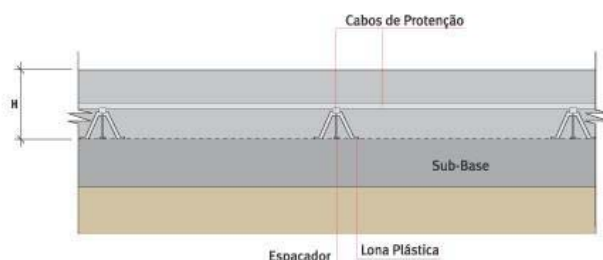


**Figura 8** - Perfil típico do piso de concreto protendido (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

## 2.2. MATERIAIS BÁSICOS PARA PISOS INDUSTRIAIS

Para execução de piso industrial são necessários alguns componentes básicos como cimento, agregados miúdos, agregados graúdos, que serão discutidos na sequência.

### 2.2.1. Cimento

Atualmente estão disponíveis no Brasil, os cimentos CP – II (E, F ou Z), CP –IV e CP – V, que podem ser definidos como cimentos com adições, escórias de alto forno, filer calcário ou pozolana, cuja classificação é de acordo com o tipo e teor desses elementos. O CP – V, com a particularidade de apresentar a elevada resistência inicial. (RODRIGUES, P. P. F. *Apud* IBRACON, 2007).

Com qualquer um desses cimentos é possível de executar pisos de qualidade, desde que suas particularidades sejam respeitadas. (*id.*, *ib.*).

O CP –II e CP – IV podem ser encontrados em classes de resistência – usuais de 32 a 40 MPa, que indicam a resistência mínima do cimento aos 28 dias. Para os de teor de adição mais elevado, são mais adequados os de classe 40, por apresentarem menor tempo de pega. Isso é explicado pela execução do piso, em suas duas fases, lançamento e acabamento, separados por um intervalo de tempo, representada pelo período de dormência do concreto. (*id.*, *ib.*).

O período de dormência é o tempo que precede a pega do concreto. Nesta fase, o concreto está vulnerável à perda de água por evaporação e à exsudação que redundam em fenômenos de retração e redução da resistência à abrasão. Os cimentos de moagem mais fina, como os de classe 40, apresentam menor tempo de pega, reduzindo o período de exposição prejudicial ao piso. (*id.*, *ib.*).

Nos últimos anos têm aparecido algumas patologias, como a delaminação superficial e alguns tipos de específicos de fissuras que são

creditadas ao cimento (SUPRENTANT E MALISCH, 2006) e são relativas às adições. No Brasil, tem se observado este mesmo problema em obras que se empregam cimentos com elevado teor de escória de alto-forno, embora isto não seja uma regra (RODRIGUES *et al*, 2006).

### **2.2.2. Agregados**

Os agregados representam em média cerca de 70% da composição do concreto e isso é um indicativo da importância que eles representam nas suas propriedades, como a resistência a abrasão e tração na flexão e na retração (RODRIGUES *et al*, 2006).

Constituído pelas areias, o agregado miúdo é responsável por grande parcela nas propriedades do concreto fresco e atualmente, em função da limitação na disponibilidade de areias naturais notadamente as de rio, usa-se mais as areias artificiais, cuja forma e textura de grãos muitas vezes levam a formação de misturas ásperas, pouco trabalháveis e com exsudação excessiva, produzindo concretos de mais abrasão, retração elevada e delaminações (IBRACON, 2007).

Segundo RODRIGUES *et al*, (2006), o emprego dos agregados na fabricação do concreto pode ser resumido em três motivos básicos: (a) a óbvia redução de custos, já que esses materiais são bem mais baratos que o cimento portland; (b) contribuir para o aumento da capacidade estrutural e do módulo de elasticidade do concreto e (c) controlar variações volumétricas, principalmente provindas da retração hidráulica do cimento.

#### **2.2.2.1 Agregados miúdos**

Segundo RODRIGUES *et al*, (2006) uma grande parcela de areia empregada no Brasil é natural, extraída dos rios ou de cavas (depósitos naturais), mas legislação ambiental cada vez mais rigorosa tem procurado incentivar o uso das artificiais, oriundas do processo de britagem de rochas estáveis.

O agregado miúdo apresenta forte influencia sobre a trabalhabilidade do concreto: no caso do emprego de material muito fino, isso irá facilitar as operações de acabamento e a exsudação do concreto estará mais bem controlada, mas haverá incremento na demanda de água do concreto, o que implica dizer em aumento da retração hidráulica (*id.*, *ib.*).

No outro extremo, a adoção de areias grossas dificultará o acabamento, tornando a mistura áspera, de baixa trabalhabilidade e favorecerá a exsudação do concreto, muito embora possa ocorrer redução do teor de água do concreto. Areias artificiais costumam produzir o mesmo efeito, e, em função disso, geralmente são dosadas em conjunto com areias naturais finas, que irão suprir a deficiência de finos (*id.*, *ib.*).

#### 2.2.2.2 Agregados graúdos

Segundo RODRIGUES *et al*, (2006), os agregados graúdos irão afetar mais as propriedades do concreto endurecido, como a resistência mecânica, notadamente à tração na flexão, módulo de deformação e a retração hidráulica.

O papel do agregado na retenção é simplesmente porque ele praticamente não se retrai, e quando adicionado à argamassa acaba promovendo uma redução nas variações volumétricas por dois mecanismos: o volume relativo de material disponível para retração diminui e, por estar incorporado à massa, acaba promovendo um confinamento (*id.*, *ib.*).

Já para a resistência à tração na flexão é bastante afetada pela natureza mineralógica, forma geométrica e textura superficial dos grãos. Concretos executados com agregados lisos, como o seixo rolado, apresentam resistência à tração na flexão invariavelmente mais baixas do que quando feitos com agregados texturizados (BUCHER E RODRIGUES, 1983 *apud* RODRIGUES *et al*, 2006).

### 2.3. MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA

Segundo RODRIGUES *et al*, (2006), a compreensão da necessidade dos mecanismos de transferência de carga fica evidente ao analisar-se as tensões que ocorrem em função da posição da carga em relação às juntas.

Portanto, caso não sejam previstos mecanismos de transferências de cargas nas juntas, de forma a garantir a continuidade do pavimento, o dimensionamento deveria ser efetuado pela posição de carga mais desfavorável, borda ou canto (*id.*, *ib.*).

Esse procedimento acabaria por gerar pisos de espessuras elevadas e antieconômicas, além de não garantirem a imobilidade vertical necessária. Modernamente, os pisos são dimensionados de modo a garantir a continuidade do piso nas juntas, isto é, dotando-as de mecanismos eficientes, a fim de permitir que o dimensionamento seja feito considerando a carga atuando longe das bordas livres (*id.*, *ib.*).

Observa-se hoje em dia que o tipo mais comum é constituído pelas barras de transferência, em função da praticidade e da eficácia que ele permite. O sistema macho-e-fêmea deve ser evitado devido à sua baixa eficiência em aplicações industriais (ACI, 2004). Neste sistema, a transferência de carga depende da união entre as duas faces da junta que, nos pavimentos rodoviários, é garantida por barras de ligação. Nos pisos industriais não é possível o emprego desse recurso, pois restringiria os movimentos de retração da placa, com conseqüente descolamento das faces, tornando o sistema ineficiente (Figura 9).



**Figura 9** - Encaixe tipo macho-e-fêmea (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

Existem outros mecanismos de transferência que podem ser considerados, como pelo entrosamento dos agregados, mas que, para serem eficientes, a abertura máxima da junta deve ser inferior a 1mm (ACI, 2004), limitando o comprimento da placa em poucos metros.

Outro sistema, composto por chapas planas em formato triangular (WALKER E HOLLAND *apud* RODRIGUES *et al*, 2006), pode ser empregado em juntas de construção, estando em estágio experimental de utilização. Apresenta como vantagem principal permitir o movimento horizontal da placa em duas direções, ortogonal e paralela ao seu eixo principal.

Embora as barras de transferência sejam as preferidas nos pisos industriais, é importante salientar que a sua eficiência é inversamente proporcional à folga com o concreto; práticas como envelopar com mangueira, plástico ou papel, ou mesmo retirar as barras para facilitar a remoção das formas são condenáveis, por facilitarem em demasia a perda da qualidade da junta (RODRIGUES *et al*, 2006).

### **2.3.1. Dimensionamento das Barras de Transferência**

As barras de transferência têm os seus desempenhos ditados por dois parâmetros principais: o espaçamento e o diâmetro das barras; secundariamente, é função também da abertura da junta (YODER E WITCZAK *apud* SILVA, 2010). É comum, no Brasil, o emprego da tabela adaptada do ACI.

Essa tabela permite que o diâmetro ou lado da barra seja adotado com relativa facilidade. Entretanto, deve-se lembrar que o seu estabelecimento foi feito com base em pisos e pavimentos de concreto simples, isto é, aqueles em que os esforços atuantes são resistidos apenas pela resistência à tração na flexão do concreto (RODRIGUES *et al*, 2006).

## 2.4. DRENAGEM

As questões de drenagem dos pisos industriais são freqüentemente negligenciadas e podem constituir-se em um problema estrutural em algumas situações específicas, principalmente quando a sub-base ficar saturada em função da entrada de água.

Sob o ponto de vista técnico, o pavimento deve ficar afastado pelo menos 1,5 metros do lençol freático (MEDINA, 1997), embora possa haver situações onde ele fique mais próximo, como nos casos de pisos de garagens que naturalmente se aproximam do nível de água ou até fiquem abaixo dele, ocorrendo então a necessidade da incorporação de drenagem sub-superficial. Em pavimentos industriais isso raramente acontece (RODRIGUES *et al*, 2006).

### 2.4.1. Fases da Execução

Segundo RODRIGUES, *et al* (2006), a saturação pode se dar durante a fase de execução, em função da ocorrência de chuvas antes da execução do piso, quando não há cobertura e proteção lateral. Neste caso, é recomendável que seja previstos drenos provisórios durante a fase da execução, para permitir o escoamento da água.

Se isso não for feito, fica muito difícil a saída da água após a execução, que acaba impermeabilizando a sub-base, e a água, não tendo como sair, traz como consequência a saturação do subleito, ocorrendo à possibilidade de bombeamento e contaminação da sub-base. Além disso, haverá uma forte redução no coeficiente de recalque. Outra consequência é que a secagem do concreto ficará muito lenta, causando problemas no caso do emprego de revestimentos sensíveis à umidade (*id.*, *ib.*).

Neste caso, devemos prever a utilização de drenos provisórios que permitam a captação da água; muitas vezes, a infiltração limita-se à sub-base que, no caso da granular, funciona como um reservatório, enquanto geralmente o

subleito apresenta características de impermeabilidade. A retida dessa água pode ser bastante simples pela abertura de pequenos poços auxiliares e a utilização de bombas submersas ou, quando o terreno permitir, criando alguns sumidouros no subleito(*id.*, *ib.*).

#### **2.4.2. Pós - Execução**

No segundo modo da ocorrência de água na sub-base, a penetração da água pode acontecer depois do pavimento executado, quer pela infiltração nas juntas do pavimento, quer pela existência de áreas permeáveis circundantes e, neste caso podemos ter o problema presente mesmo em pavimentos cobertos (RODRIGUES *et al*, 2006).

A abordagem do problema pode ser feita de duas formas: impedindo que a água penetre sob o piso ou permitindo que a água escoe rapidamente. A opção a ser adotada depende basicamente das características do piso, do subleito, do micro clima e da sua implantação. Em algumas situações é necessário adotar os dois sistemas (*id.*, *ib.*).

Evitar que a água simplesmente penetre na sub-base torne-se sempre uma situação de risco, pois essa ação acaba sendo transferida para a manutenção do piso ao longo da sua vida útil e a entrada da água passa a ocorrer pelas juntas. Como a selagem das juntas, ponto vulnerável para a entrada da água, já é uma operação rotineira no pavimento, é recomendável que em áreas de precipitação elevada sejam criados drenos horizontais sob o pavimento, interligados aos sistemas de drenagem superficial (*id.*, *ib.*).

Quando se trata de áreas cobertas, devemos primordialmente combater as entradas de água, que pode ocorrer de infiltrações no jardim ou quando existirem terrenos circundantes mais elevados do que o piso existente. Neste caso, é conveniente adotar drenos do tipo trincheira, fazendo sempre uma avaliação do fluxo de água no terreno (RODRIGUES *et al*, 2006).

Em solos porosos (argilas porosas), o escoamento das águas é muito rápido, mas a sua característica de colapsibilidade não permite que haja uma saturação do terreno, sob pena de recalques expressivos, devendo esses locais ser objeto de estudo detalhado de drenagem (*id.*, *ib.*).

## 2.5. CURA

A cura é a operação destinada a evitar a evaporação da água e a secagem rápida do concreto.

Segundo o ACI 302 (ACI 1996), a cura é, depois do lançamento e acabamento do concreto, o fator mais importante para atingir alta qualidade do piso de concreto.

Ela deve ser executada imediatamente após o término da concretagem, por um dos meios a seguir mencionados:

- Umedecimento constante;
- Faixa de juta úmida e terra saturada;
- Faixa de juta e saturação de água; e
- Cura química.

Na sequência, cada um dos itens será abordado.

### 2.5.1 Cura por Umedecimento Constante

Nesse caso, deve-se providenciar o abastecimento necessário para não faltar água, devendo mesmo ser um cuidado absolutamente prioritário em relação a outras atividades. A água não deve ter nenhum elemento que possa alterar as propriedades do concreto, o que deve ser verificado mediante ensaios pertinentes.

Segundo SENÇO, 2001, a cura deve prosseguir no mínimo por sete dias. No caso de se atingir temperaturas ambientes inferiores a 5°C, o período de cura deve ser acrescido de tantos dias quanto aqueles em que ocorreram essas baixas temperaturas.

As faces laterais das placas, após a retirada das formas, devem ser devidamente protegidas e tratadas para que tenham as mesmas condições de cura do que as outras partes das placas (*id.*, *ib.*).

### **2.5.2 Cura com juta úmida e terra saturada**

Logo após o encerramento dos trabalhos de acabamento e tão logo for possível, a superfície do pavimento deverá ser coberta com faixas de tecidos de algodão, devidamente limpas e umedecidas, tomando-se o cuidado de não prejudicar a superfície. A água deverá ser aplicada em forma de neblina (SENÇO, 2001).

Após a colocação das faixas, o algodão deverá ser mantido continuamente saturado por 24 horas. Durante essas 24 horas, as faixas deverão ser levantadas para trabalho de serragem das juntas (*id.*, *ib.*).

Decorridas às 24 horas, as faixas de algodão deverão ser retiradas, mantendo-se umedecida a superfície do concreto, cobrindo-se com uma camada de terra solta ou areia de, no mínimo 10 cm de espessura. Essa operação deve ser seguida imediatamente pelo umedecimento por terra (*id.*, *ib.*).

### **2.5.3 Cura com juta e saturação de água**

O tecido de algodão deverá ser colocado sobre o pavimento, mantido úmido por aspergimento de água (SENÇO, 2001).

Após as 24 horas, as faixas de algodão deverão ser retiradas, tomando-se o cuidado para manter umedecida a superfície do pavimento. Pequenos diques de terra transversais e diques longitudinais nas bordas servirão de manutenção da água na superfície. Essa água deverá ser aplicada imediatamente, cobrindo toda a superfície, pelo menos por sete dias (*id.*, *ib.*).

### 2.5.4 Cura química

Os produtos utilizados para a cura química geralmente serão resinas ou borracha clorada. Devem apresentar um coeficiente de proteção superior a 90%, a 6 horas, e superior a 85%, a sete dias (SENÇO, 2001).

Os materiais para cura química deverão chegar na pista prontos para o emprego, não devendo fazer nenhuma diluição antes da aplicação. No caso de temperatura muito baixas que possam afetar a viscosidade ideal do material, este deve ser aquecido em banho-maria a 35°C (*id.*, *ib.*).

A superfície coberta pela cura química deverá ser completamente protegida durante, pelo menos, sete dias, não sendo permitida a passagem de equipamentos, veículos ou pessoas sobre ela. Não se devem aplicar os produtos de cura química nas faces internas das juntas que deverão ser seladas (*id.*, *ib.*).

## 2.6. JUNTAS

Ao longo dos tempos, o aumento dos carregamentos, e o conseqüente aumento das tensões nos pisos industriais, vem preocupando os profissionais da área. Várias soluções de dimensionamento têm sido estudadas, porém, todas as alternativas elevam a responsabilidade das juntas pelo fato de que o aumento das cargas leva ao aumento de tensões nas juntas e das deformações dos pisos industriais (SENÇO, 2001).

Várias alternativas para elevar a eficiência na transferência de cargas entre placas de concreto foram experimentadas, tais como: espessamento das bordas das placas, juntas com encaixes do tipo macho-e-fêmea com ou sem barras de ligação, aumento da capacidade de suporte da sub-base, juntas com utilização de barras de transferência ou barras de ligação e outras (RODRIGUES *et al*, 2006).

As juntas são elementos que se colocam no concreto, interrompendo sua continuidade, com o objetivo de evitar fissuras ou trincas, em locais não

desejados, pela combinada variação de temperatura, de umidade, das cargas do tráfego e da própria retração do concreto (*id.*, *ib.*).

Todas as juntas, quer transversais, quer longitudinais, deverão ser serradas ou moldadas e guardar as seguintes características (*id.*, *ib.*):

- A profundidade do corte deverá ser da ordem de 1/4 a 1/6 da espessura da placa com os seguintes mínimos:
  - ❖ De 4 cm para placas com espessura até 16 cm;
  - ❖ De 6 cm para placas de espessura de 22 cm; e
  - ❖ De profundidade obtida por interpolação entre 4 e 6 cm, para placas com espessura entre 16 e 22 cm.
- A abertura da junta deverá ser variável entre 3 e 10 mm. Para juntas serradas, com a utilização de discos de *carburundum*, a largura do corte fica entre 6 e 9 mm; para juntas serradas com disco de diamante, a largura de corte fica entre 4 e 6 mm;
- A tolerância máxima nas medidas das juntas, tanto em profundidade como em largura, deve ser de 1 mm, para mais ou para menos;
- Logo após a serragem da junta, esta deverá ser preenchida com um cordão apropriado, de proteção, para evitar a penetração de materiais estranhos na junta aberta;
- É extremamente importante o tempo decorrido entre a concretagem das placas e a execução das juntas. O início da operação de serragem deve ser determinado em função da temperatura ambiente e das condições climáticas da região:
  - ❖ Para verão, fixa-se geralmente em 6 horas esse prazo;
  - ❖ Para o inverno, em 12 horas.
- Antes do preenchimento das juntas com material selante, deve-se tomar o cuidado de verificar se a superfície aberta não contém umidade. Em caso positivo, ou mesmo como medida de prevenção,

deve-se secar essa superfície ou com escova de aço, ou com ar comprimido;

- As eventuais irregularidades das paredes da ranhura aberta deverão ser corrigidas com argamassa de areia fina e epóxi;
- Os materiais utilizados, como selos para juntas, deverão ter propriedades que permitam perfeita aderência com a parede da abertura e dar a ela flexibilidade e impermeabilidade, para que as finalidades de seu projeto e sua execução sejam plenamente atingidas (SENÇO, 2001).

### **2.6.1 Função das Juntas**

Todo piso industrial está sujeito a tensões, devido a diversas causas, como as retrações e dilatações causadas por variações térmicas ou higrométricas, empenamento das placas, carregamento, seja ele elástico (cargas distribuídas ou pontuais – do tipo de prateleiras) ou móvel (empilhadeiras de rodas pneumáticas ou rígidas).

Parte destas tensões faz com que haja uma sensível redução da vida útil do pavimento, caso não sejam devidamente tratadas (ERES *apud* RODRIGUES *et al*, 2006). O projeto deve prever dispositivos, detalhes construtivos, reforços estruturais e especificações de materiais adequados a cada tipo de solicitação.

Dentre estes dispositivos ou detalhes construtivos estão as juntas, que podem ser definidas como:

- Detalhe construtivo, que deve permitir as movimentações de retração e dilatação do concreto e a adequada transferência de carga entre placas contíguas, mantendo a planicidade e assegurando a qualidade do piso e conforto do rolamento.

É importante ressaltar que as juntas devem permitir a “adequada transferência de carga entre placas contíguas”. Pode-se avaliar pela figura 10 as condições de trabalho das juntas (RODRIGUES *et al*, 2006).

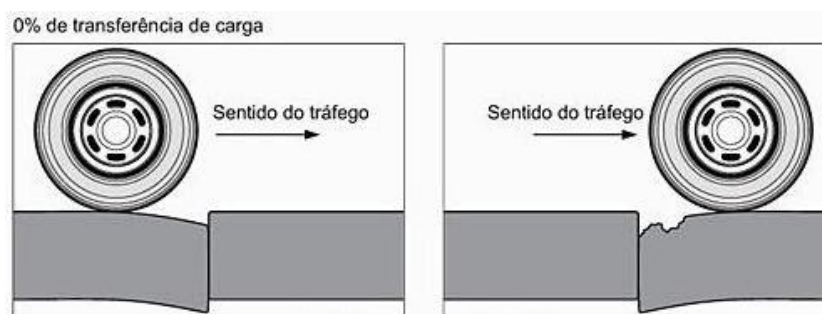


**Figura 10** - Junta desprotegida (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

Quando se tem uma carga na proximidade da borda, existe uma deformação natural da placa de concreto do piso, proporcional à magnitude da carga, espessura da placa, módulo de elasticidade dos materiais envolvidos e condições de suporte da placa, gerando uma descontinuidade da superfície do piso e alternado as condições de rolamento, conforto e segurança (*id.*, *ib.*).

Na figura 10, pode-se notar a existência de uma patologia na placa da direita, devido a passagem da roda do veículo. Este fato, conhecido como esborcinamento, é comum em pisos que não possuem a adequada transferência de carga, como mostrado na Figura 11 (*id.*, *ib.*).

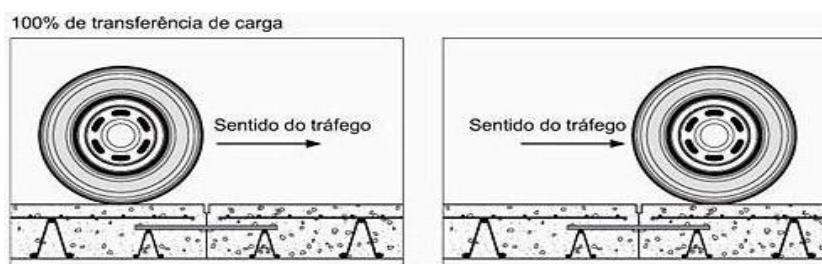


**Figura 11** - Junta protegida (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

Pode-se notar pela figura 11 que, quando há a adequada transferência de carga de um dispositivo devidamente dimensionado, preparado e posicionado, tem-se assegurada a vida útil do piso de concreto (*id.*, *ib.*).

Devido à necessidade de manutenção periódica e para que se tenha uma vida útil mais longa possível do piso, é importante que se utilizem todos os recursos disponíveis para a diminuição do número de juntas de uma obra, já que elas são, normalmente, a principal causa do início do processo de falência dos pisos e pavimentos (*id.*, *ib.*).

Para pavimentos armados, esta relação fica por conta das questões executivas, sendo que para pavimentos continuamente armados, existem apenas as juntas de encontro com pontes ou outras estruturas, obtendo-se placas com quilômetros de extensão (*id.*, *ib.*).

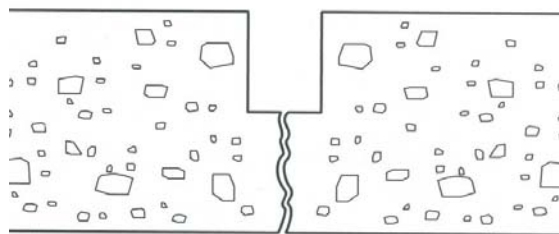


**Figura 12** - Junta serrada (Fonte: Boletim Técnico Fadamac, 2007)

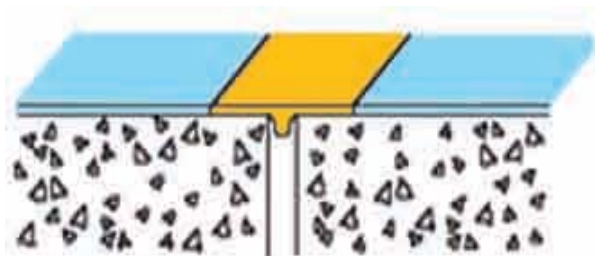


**Figura 13** - Junta serrada (Fonte: Boletim Técnico Fadamac, 2007)

## 2.6.2 Tipos de Juntas

Cada tipo de junta tem uma função específica para o piso industrial. Estas serão explicadas a seguir.

### 2.6.2.1 Juntas Transversais

Segundo RODRIGUES *et al*, (2006), o processo construtivo utilizado atualmente prevê a concretagem em faixas e limitadas em sua largura pelas

juntas longitudinais de construção. Logo após o processo de acabamento do concreto, deve-se iniciar o corte das juntas transversais de retração, também conhecidas como juntas serradas (Figura 14). Uma grande angustia das empresas que executam este tipo de obra é a determinação do melhor momento de início deste processo.

Em geral, este tempo é cerca de 10 a 15 horas após o lançamento do concreto, porém, existe uma grande variação de acordo com o tipo de cimento, temperatura ambiente, relação água/cimento, tipos e dosagem de aditivos, ventos e outros fatores externos (*id.*, *ib.*).

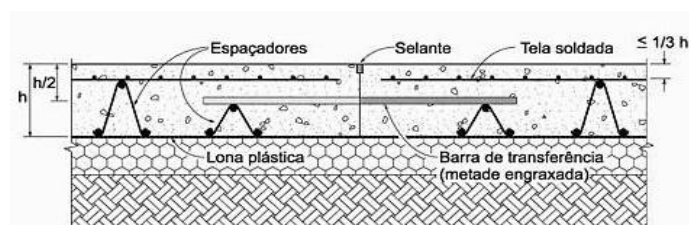


**Figura 14** - Junta de construção com barras de transferência (Fonte: IBTS, 2006)

O corte deve ter, de acordo com RODRIGUES e CASSARO *apud* RODRIGUES *et al*, (2006), pelo menos 40mm, e ser maior do que 1/3 da espessura da placa. A Figura 15 que apresenta seção transversal típica.

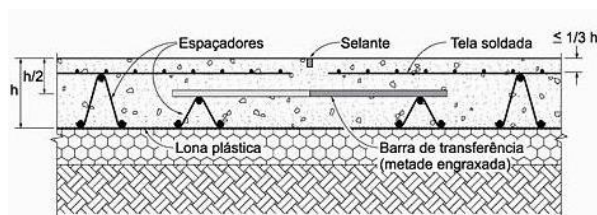


**Figura 15** - Junta serrada (Fonte: IBTS, 2006)

#### 2.6.2.2 Juntas de Retração

As juntas transversais de retração devem ser dotadas de um sistema de barras de transferência ou passadores de aço, lisos e retos, colocados na metade da espessura da placa, posicionados paralelamente à superfície e ao eixo, espaçados entre si e uma distância, prevista em projeto, nunca superior a 30 cm. Nas bordas, as barras deverão ficar a 15 cm dessas bordas. Geralmente, adota-se

uma penetração de 20 cm, no mínimo, dos passadores, em cada lado da junta, para placas com mais de 16 cm de espessura (SENÇO, 2001).

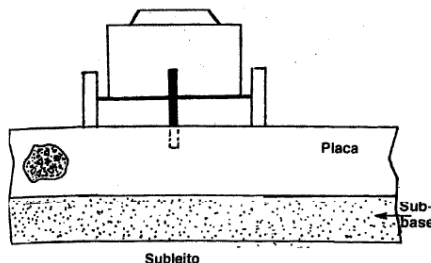


**Figura 16** - Serragem das Juntas (Fonte: Senço, 2001).

Para permitirem a livre movimentação das placas, os passadores devem ser parcialmente lubrificados ou engraxados. Uma das pontas deverá ser esmerilhada, e a lubrificação ou engraxamento deverá cobrir de 1/2 a 2/3 do comprimento das barras. Os lubrificantes ou graxas empregados não poderão ter propriedades que possam resultar em alteração ou agressão ao concreto (*id.*, *ib.*).

As barras de transferência têm a finalidade de promover a transmissão de parte da carga de uma placa carregada diretamente para uma placa subjacente, aliviando a placa carregada diretamente. Esse alívio contribui também para a redução do deslocamento vertical da extremidade da placa, reduzindo o bombeamento (*id.*, *ib.*).

No que se refere ao bombeamento, a sub-base poderá ser construída de material que reduz bastante ou elimina seu efeito. Dessa forma, a existência da sub-base com essas propriedades alivia as barras de transferência dessa tarefa, o que pode levar à redução de seu número (*id.*, *ib.*).

Em resumo, as barras de transferência podem, pelo alívio na solicitação das placas, prolongar o período de vida útil do pavimento.

Segundo SENÇO (2001) as juntas de retração ou contração podem ser construídas de várias formas: moldadas, serradas, juntas de chapa ou de topo.

As juntas transversais de retração ou de contração visam controlar as trincas resultantes da redução de volume do concreto por ocasião da hidratação e pega. A junta é construída pelo enfraquecimento da seção transversal da placa

com dispositivo de corte ou pela introdução de uma peça de madeira no concreto, com as dimensões necessárias. No caso das juntas transversais de retração, a abertura das juntas deve ser, no mínimo, de 3 mm para junta serrada e de 10 mm, no máximo, para junta moldada (*id.*, *ib.*).

As juntas moldadas são construídas enquanto o concreto ainda se apresenta plástico, pela inserção de um perfil adequado de madeira ou metálico, que será retirado após a cura do concreto e substituído pelo material de vedação da junta. Para tanto, devem-se juntar as paredes internas da junta com asfalto diluído para facilitar a aderência do material selante (*id.*, *ib.*).

A profundidade da ranhura é da ordem de  $1/6$  a  $1/4$  da espessura da placa, com um mínimo de 4 cm, seja para junta moldada seja para junta selada (*id.*, *ib.*).

As juntas seladas, como o nome indica, têm tido cada vez mais aceitação. Esse tipo de junta tem sido preferido porque oferece melhor superfície de rolamento, não implica movimentar-se o concreto antes do endurecimento e reduz a quantidade do material de vedação. Além disso, permite melhor esquematização e execução dos trabalhos (*id.*, *ib.*).

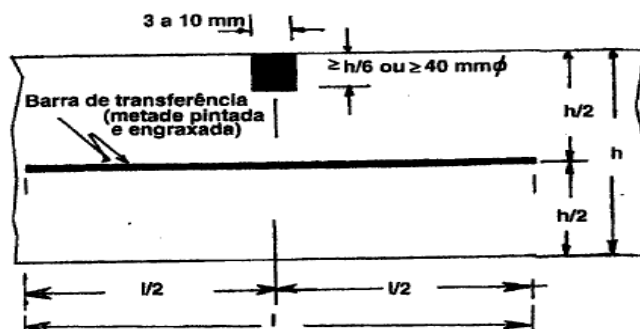


**Figura 17** - Junta de Contração com Barra de Transferência (Fonte: Senço, 2001).

É muito importante, quando se trabalha com junta serrada, fixar o momento mais convincente para proceder à serragem da placa. O tempo entre a aplicação do concreto e o início da serragem é função de diversos fatores, como a temperatura ambiental, as precipitações pluviométricas, a quantidade de cimento do concreto e o tipo do concreto. Geralmente, admite-se um tempo entre 6 e 8 horas para aquele intervalo, quando a temperatura ambiental estiver em torno de

30°C. Para temperaturas mais frias, como pelas tardes, o tempo de espera sobe para cerca de 12 horas. Nos países de inverno rigoroso, esse tempo de espera pode chegar a três dias. A razão principal de fixar o tempo em função do material deve-se a que a serragem não pode ser feita com a mistura no estado plástico e não pode esperar que se inicie a retração do concreto, pois assim as trincas apareceriam fora dos locais programados (SENÇO, 2001).

Juntas de topo são utilizadas quando se vão interromper os serviços de um dia, podendo ser consideradas juntas de serviço. (*id.*, *ib.*).

### 2.6.2.3 Juntas Longitudinais

Sua necessidade justifica-se para o controle das fissuras longitudinais, decorrentes do empenamento da placa de concreto pelas variações de tensões durante o dia e a noite (SENÇO, 2001).

As juntas longitudinais, consideradas de ligação ou de articulação, têm seção transversal como mostrado na figura 18.

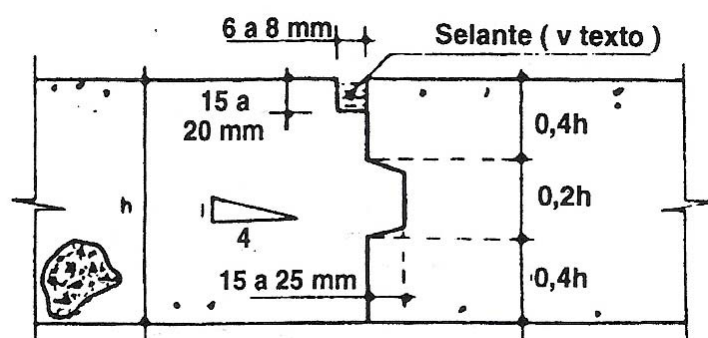


**Figura 18** - Juntas de Articulação (Fonte: Senço, 2001)

As juntas longitudinais podem ser providas de barras de ligação – ligadores – que permitem maior entrosamento e atrito entre as faces das placas adjacentes, nas laterais e, manter as placas isentas de movimentos laterais indesejáveis (*id.*, *ib.*).

Na construção, deve-se marcar, de maneira visível, o alinhamento da junta longitudinal sobre a placa, com o concreto ainda fresco. A serragem deverá ser feita com os mesmos cuidados citados para a serragem das juntas

transversais, seguindo-se, também com os mesmos cuidados, a aplicação do material selante da junta (*id.*, *ib.*).

As barras de ligação deverão ser colocadas na profundidade igual à metade da espessura da placa, com uma separação máxima de 75 cm uma da outra, conforme demonstra a Figura 19. (*id.*, *ib.*).

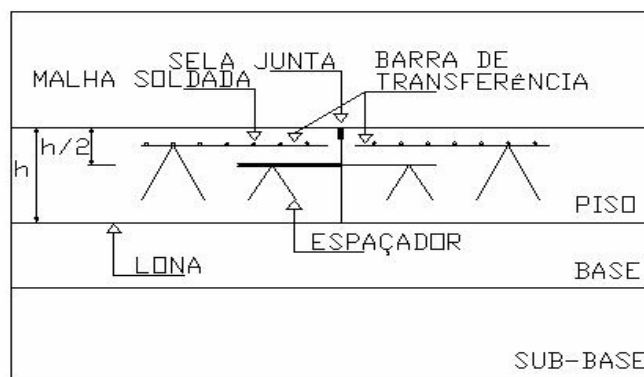


**Figura 19** - Junta longitudinal de construção (Fonte: Rodrigues *et. al.*, 2006)

#### 2.6.2.4 Juntas de Construção

São as juntas construtivas de um pavimento, sendo que o seu espaçamento está limitado ao tipo de equipamento utilizado, à geometria da área e aos índices de planicidade a serem obtidos.

As juntas de construção podem possuir encaixes do tipo macho-e-fêmea ou utilizar barras de transferência. As do tipo macho-e-fêmea têm tido o seu emprego reduzido por possuírem baixa capacidade de transferência de carga, por dificuldades executivas e principalmente pela grande ocorrência de fissuras próximo das bordas (RODRIGUES E CASSARO *apud* RODRIGUES *et al*, 2006). Este tipo de dispositivo de transferência de carga (ACI, 2004) não deve ser utilizado para piso com espessura menor do que 15cm.

As juntas de construção podem ser longitudinais ou transversais.

As juntas longitudinais de construção coincidem, em tipos e espaçamento, com as juntas longitudinais de articulação.

As juntas transversais de construção tornam-se necessárias:

- Quando os trabalhos de uma jornada termina exatamente na seção transversal onde ocorrerá uma junta. Nesse caso, a junta é chamada de topo e deve ser dotada de barras de transferência;
- Quando por razões imprevisíveis, como chuva forte ou quebra de equipamento, a concretagem é interrompida antes de ser atingida uma junta transversal prevista. Nesse caso, a junta transversal de emergência deve ser construída e é uma junta de encaixe.

As barras de transferência têm as mesmas características daquelas já descritas.

#### 2.6.2.5 Juntas de Expansão

São chamadas também de juntas de dilatação, pois resultam da dilatação do concreto endurecido, devido ao aumento da temperatura (SENÇO, 2001).

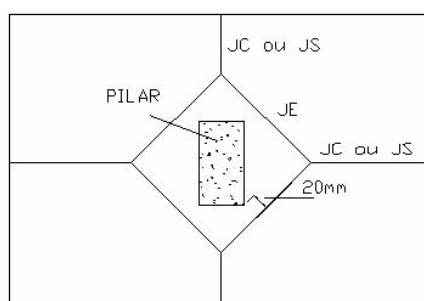


**Figura 20** - Junta para expansão, tipo diamante (Fonte: Rodrigues *et. al.*, 2006)

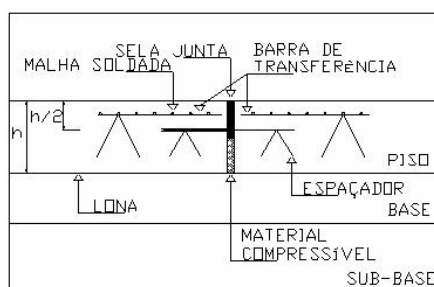


**Figura 21** - Junta de dilatação (Fonte: Rodrigues *et. al.*, 2006)

### 2.6.2.6 Juntas de Encontro

As juntas de encontro são fundamentais para isolar o piso das outras estruturas, como vigas baldramas, blocos de concreto, bases de máquinas ou outras (figura 22). Esta é uma premissa que faz com que o piso trabalhe independentemente das outras estruturas existentes. Nos casos dos pilares e pequenas aberturas nos pisos, normalmente se utiliza a solução apresentada na figura 23, também conhecida como junta diamante (RODRIGUES *et al*, 2006).

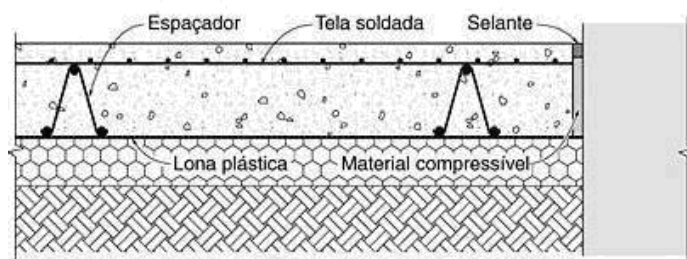


**Figura 22** - Junta de encontro (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

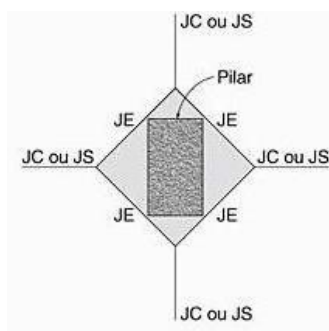


**Figura 23** - Junta de encontro tipo diamante (Fonte: RODRIGUES *et al*, 2006).

Já a utilização da junta de encontro entre placa, também conhecida como junta de dilatação, não é usual para os pisos industriais, sendo utilizadas apenas em casos especiais, principalmente nos casos de mudança de direção do tráfego, fato comum em docas de recebimento de materiais. Este detalhe construtivo é muito semelhante ao da junta de construção, sendo necessário prever em capuz no final da barra de transferência com folga aproximada de 20mm, mostrado na figura 24 (*id.*, *ib*).

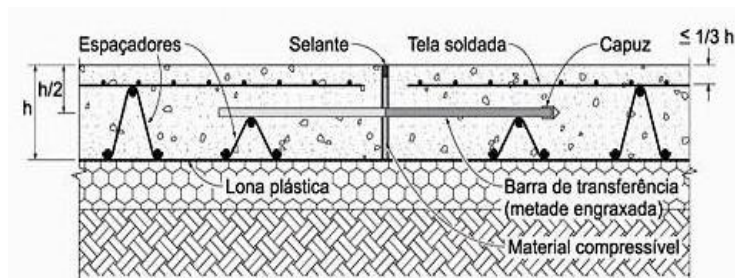


**Figura 24** - Junta de dilatação (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

### 2.6.3 Selantes e Materiais para o Preenchimento de Juntas

O surgimento de empilhadeiras de rodas rígidas promoveu uma alteração substancial nas juntas, pois o pequeno diâmetro delas passou a introduzir esforços elevados nas bordas das juntas, havendo necessidade de desenvolvimento de materiais específicos para seu preenchimento. (RODRIGUES, BOTALINI, GASPARETTO, 2006).

Com isso passamos a ter duas categorias de materiais: os selantes e os materiais de preenchimento. Os primeiros são empregados somente quando não há tráfego de empilhadeiras de rodas rígidas (*id.*, *ib*).

O desempenho da vedação horizontal depende de diversas variáveis e, portanto a adoção dos procedimentos técnicos padronizados e a realização de controle de qualidade do processo produtivo do piso é de fundamental importância para garantir o desempenho dessas funções bem como a vida útil que se requer (*id.*, *ib*).

As ranhuras feitas na parte superior das placas de concreto devem ser devidamente fechadas - seladas -, para evitar a penetração de água e partículas sólidas. Ao mesmo tempo, o material de vedação deverá ter elasticidade e estar devidamente aderido às paredes da junta para continuar exercendo as suas funções, mesmo quando a placa sofre os movimentos de contração ou dilatação (*id.*, *ib*).

Os movimentos mais importantes das placas de concreto são os movimentos horizontais, decorrentes dos alongamentos e encurtamentos das placas devido às variações de temperatura (*id.*, *ib*).

O material selante das juntas, pela função que exerce, deve estar sujeito a uma série de esforços (*id.*, *ib*):

- Alteração das tensões de tração e compressão, caracterizando um ciclo de solicitações opostas;
- Sempre sob compressão; e
- Sempre sob tração.

Devido a essas solicitações, se o material selante não corresponder às necessidades, pode-se ter (*id.*, *ib*):

- O dilaceramento do material selante por tração, se o mesmo não tiver a coesão necessária;
- Penetração de material sólido, pressionado pelo tráfego, na junta – ou seja, a intrusão de material sólido –, se o selante não tiver condições de deter essa penetração; e
- Derrame do selante na superfície da placa contígua, por compressão, ou seja, por extrusão do material.

Pode-se definir, ainda, outro fenômeno chamado *esborcinamento* ou quebra lateral da junta que fica aderida ao selante quando a placa oposta se encurta ou se retrai. Nesse caso, a aresta da junta deixa de ser viva, pela parte perdida, facilitando a penetração de água e partículas sólidas (*id.*, *ib*).

A quantidade de selante a ser aplicada na junta está ligada à relação entre a profundidade de aplicação do selante e a abertura da junta. A canaleta determinada pela abertura da junta e a profundidade do selante é o reservatório desse último (*id.*, *ib*).

#### 2.6.3.1 Selantes

Segundo RODRIGUES *et al* (2006), os selantes são utilizados para vedação das juntas do pavimento, permitindo sua impermeabilização. Sua importância é fundamental, visto que impede a entrada de partículas incompressíveis na junta, que são extremamente danosas ao desempenho do

pavimento. Podem ser divididos em duas categorias principais: os pré-moldados e os moldados no local.

#### 2.6.3.1.1 Selantes Pré Moldados

Os selantes pré-moldados são aqueles que têm sua forma previamente definida no processo industrial e são posteriormente fixados às juntas por meio de adesivos; os modelos mais tradicionais requerem uma boa borda de ancoragem e freqüentemente são fixados em lábios poliméricos; são bastante empregados em juntas com grande capacidade de movimentação, como em juntas de dilatação, que são solicitadas pelo tráfego de equipamentos (RODRIGUES, BOTALINI, GASPARETTO, 2006).

Esses selantes são produzidos em borracha sintética, como o neoprene, com forma geométrica apropriada para cada uso; entretanto, não são recomendados para uso indiscriminados em juntas de piso com tráfego de equipamento de rodas rígidas. Recentemente novos modelos vêm sendo lançados no mercado, permitindo o uso em juntas de pequena abertura, tornando esse tipo de selante bastante atrativo para pavimentos rodoviários, pois apresentam durabilidade superior aos selantes moldados *in loco* (*id.*, *ib.*).

#### 2.6.3.1.2 Selantes Moldados No Local

Segundo RODRIGUES, BOTALINI, GASPARETTO (2006) a outra família dos selantes é aquela vazada no local, onde as paredes da junta serão a própria forma do selante. Podem ser de dois tipos: os vazados a quente e os moldados a frio.

Os selantes vazados a quente são produzidos normalmente à base de asfalto alcatrão ou misturas de borracha moída. São de baixo custo, sendo largamente empregados em estradas; para pisos, o seu uso é mais restrito, por causa de sua aparência e da baixa resistência química (*id.*, *ib.*).

Os selantes moldados a frio são modernamente produzidos à base de poliuretano, silicone, polisulfeto ou outro polímero apropriado que, após a cura, formam um elastômero estável e de resistência mecânica e química adequada ao piso. Alguns tipos, como os de silicone, podem ser obtidos em diversas cores, sendo bastante úteis no caso de pisos decorativos (*id.*, *ib.*).

Pela maior facilidade de aplicação e com o avanço na obtenção de melhores polímeros para a sua fabricação, os selantes moldados a frio vêm ocupando parcela expressiva na selagem de juntas, pois permitem dureza mais elevada, elevada capacidade de alongamento em serviço – característica fundamental para esse tipo de produto -, maior que a média dos produtos, como base poliuretano, que permitem a obtenção de selantes com durezas próximas aos materiais de preenchimento, embora percam a capacidade de alongamento e só possam ser empregados em juntas com movimentação inferior a 10% ou no máximo 20% (*id.*, *ib.*).

#### 2.6.3.2 Materiais de Preenchimento das Juntas

Quando há tráfego de empilhadeiras de rodas rígidas, os selantes tradicionais não protegem adequadamente as bordas das juntas, pois apresentam uma baixa dureza e, portanto, são facilmente deformáveis, além do que, quando a placa encurta por retração térmica, acabam tomando uma forma côncava, expondo ainda mais as bordas das juntas, como podemos ver na figura 25 (METZGER *apud* RODRIGUES *et al*, 2006).

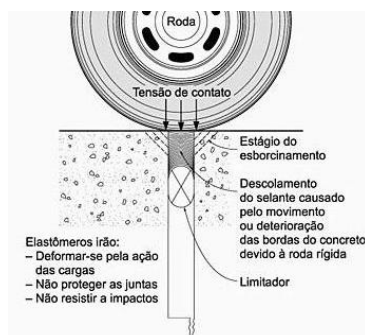


**Figura 25** - Deficiência dos Selantes na Proteção das Juntas (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

Nesses casos, devemos empregar os materiais de preenchimento, que são materiais bi componentes à base de resinas epoxídicas ou poli-uréias, cuja dureza *shore A* situa-se ao redor de 80, e são os únicos capazes de efetivamente resistir ao tráfego de rodas rígidas, como mostra a figura 26 (METZGER *apud* RODRIGUES *et al*, 2006).

Em função da baixa mobilidade, apresentam como característica o deslocamento da junta, sendo que esse fato não significa necessariamente um defeito no preenchimento, pois não interfere no seu desempenho, mas na junta não fica selada, permitindo a eventual entrada de pequenas partículas e, por isso, só devem ser empregados em áreas limpas (*id.,ib.*).

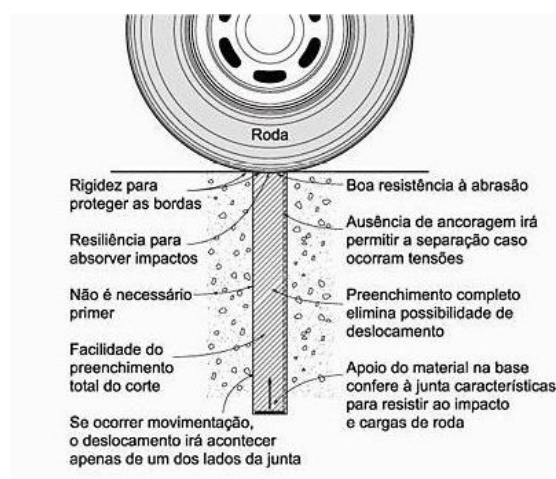


**Figura 26** - Material de Preenchimento Semi-rígido (Fonte: Rodrigues *et al*, 2006).

## 2.7 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS QUE OCORREM NAS JUNTAS DE PISOS INDUSTRIAIS

Conforme estabelece a norma 61/2004 do DNIT pode-se definir as manifestações patológicas encontradas em pisos de concreto:

- Fissuras de Canto;
- Escalonamento ou Degrau das Juntas;
- Fissuras Lineares;
- Quebra de Canto;
- Esborcinamento;

Segundo BALBO (2007), as patologias que ocorrem nos pavimentos de concreto armado podem ser de origem funcional ou estrutural.

As patologias funcionais estão associadas à irregularidade presente na superfície do pavimento que afetam as condições de segurança e conforto ao rolamento (BALBO, 2007).

O escalonamento ou degrau nas juntas pode ser classificado como patologia funcional (*id.*, *ib.*).

Já, as patologias estruturais estão relacionadas a defeitos como fissuras e descontinuidade nos materiais que podem causar danos prejudiciais a integridade estrutural do pavimento (*id.*, *ib.*).

As fissuras de canto, fissuras lineares, quebra de canto e o esborcinamento podem ser classificadas como patologia estrutural (*id.*, *ib.*).

### 2.7.1 Fissuras De Canto

É a fissura que intercepta as juntas a uma distância menor ou igual à metade do comprimento das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal ou transversal), medindo-se a partir do seu canto (Figura 27). Esta fissura geralmente atinge toda a espessura da placa (DNIT, 61/2004).

Causas prováveis (*id.*, *ib.*):

1. Espessura insuficiente da placa;
2. Baixa resistência do concreto
3. Ocorrência de recalques diferenciais – afundamento/acomodação;
4. Deslocamento ou a inexistência de barras de transferência;
5. Perda de suporte – bombeamento de finos;
6. Empenamento da placa.



**Figura 27** - Fissura de Canto (Fonte: Giublin, 2010).

### 2.7.2. Escalonamento ou Degrau das Juntas

Caracteriza-se pela ocorrência de deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta, mostrado na Figura 28 (DNIT, 61/2004).

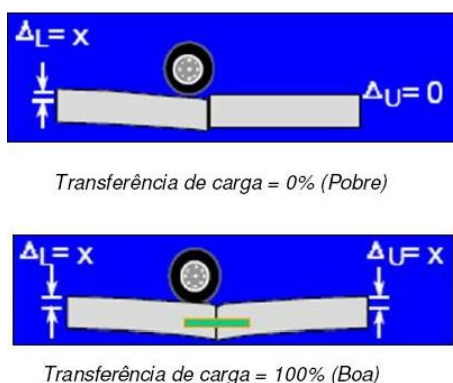


**Figura 28** - Escalonamento de Juntas (Fonte: Giublin, 2010).

Causas prováveis (*id.,ib.*):

1. Desnivelamento entre placas

2. Perda de suporte – bombeamento de finos;
3. Deficiência de assentamento da fundação;
4. Ineficiência na transferência de carga pela barra;
5. Vida útil expirada.

### 2.7.3. Fissuras Lineares

São fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de placa dividida (DNIT, 61/2004).

#### 2.7.3.1. Fissuras Transversais

São as que ocorrem na direção da largura da placa, perpendicular ao eixo longitudinal do pavimento, figura 29 (DNIT, 61/2004).



**Figura 29** - Fissura Transversal (Fonte: Giublin, 2010).

Causas prováveis (*id.,ib.*):

1. Atraso nos cortes (aquelas que surgem nos primeiros dias após o término da concretagem);
2. Espessuras insuficientes (abaixo da especificação do projeto);
3. Emprego de concreto de má qualidade, com resistência abaixo da especificada em projeto.
4. Pouca profundidade de corte da junta induzida;

5. Barras de transferência deslocadas da posição (tortas);
6. “Esquecimento” do complemento do corte da junta.

#### 2.7.3.2. Fissuras Longitudinais

São as que ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, figura 30 (DNIT, 61/2004).

Causas prováveis (*id.,ib.*):

1. Pouca profundidade do corte;
2. Atrasos na programação de serragem;
3. Perda de suporte da fundação;
4. Concreto de resistência inferior à especificada no projeto;
5. Espessura insuficiente da placa.



**Figura 30** - Fissura Longitudinal (Fonte: Giublin, 2010).

#### 2.7.3.3. Fissuras Diagonais

São as fissuras inclinadas que interceptam as juntas do pavimento a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas mostrada na Figura 31 (DNIT, 61/2004).

Causas prováveis (*id.,ib.*):

1. Ocorrência de espessuras insuficientes das placas;
2. Valores de resistência à tração na flexão do concreto simples, abaixo do especificado no projeto;

3. Recalques na fundação;
4. Agressão por agentes externos.



**Figura 31** - Fissuras Diagonais (Fonte: Giublin, 2010).

#### **2.7.4. Quebra De Canto**

São quebras que aparecem nos cantos das placas, tendo forma de cunha, que ocorrem em uma distância não superior a 60 cm do canto, mostrada na Figura 32 (DNIT, 61/2004).

Causas prováveis (*id.,ib.*):

Espessuras insuficientes de placa;

1. Baixa resistência do concreto;
2. Ocorrência de recalques diferenciais – afundamento / acomodação;
3. Deslocamento ou a inexistência das barras de transferência, por falhas de execução, contribuem para o surgimento de fissuras de canto.
4. Perda de suporte – bombeamento de finos



**Figura 32** - Quebra de Canto (Fonte: Giublin, 2010).

### 2.7.5. Esborcinamento

O esborcinamento das juntas se caracteriza pela quebra das bordas da placa de concreto (quebra em cunha) nas juntas – Figura 33, com o comprimento máximo de 60 cm, não atingindo toda a espessura da placa (DNIT, 61/2004).

Causas prováveis (*id.,ib.*):

1. Desalinhamento excessivo de barras de transferência;
2. Enfraquecimento do concreto na região;
3. Inexistência ou inadequação do material selante;
4. Concreto com resistência baixa;
5. Corte da junta antes da hora correta.



**Figura 33** - Esborcinamento (Fonte: Giublin, 2010).

### 3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO

Neste capítulo será apresentado o procedimento para realização da pesquisa.

#### 3.1. PROCEDIMENTOS PARA A PESQUISA

Para a realização desta pesquisa foram utilizadas, preliminarmente, pesquisas bibliográficas condizentes com o tema de estudo para que haja fundamentação na realização da pesquisa de campo realizada, além de servir como referência para análise dos dados obtidos e observados.

Sendo assim, a constituição da pesquisa de campo dar-se-á através de levantamento visual e inspeção com relatório fotográfico.

Em função da grande lacuna na literatura técnica, no que se refere ao assunto abordado – juntas, os critérios adotados para avaliação da severidade são baseados na bibliografia disponibilizada pelo DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, através das Normas 046 / 2004, 060 / 2004, 092 / 2004 e do Manual de Pavimentos Rígidos.

Os dados foram coletados manualmente em planilha<sup>2</sup> desenvolvida para a elaboração e execução deste estudo de caso.

A planilha foi composta com as manifestações patológicas informadas pelas Normas citadas anteriormente, quais sejam: - Fissura de canto, - Escalonamento ou degrau de junta, - Fissuras lineares, - Quebra de Canto, - Esborcinamento.

As placas foram numeradas sequencialmente na direção horizontal e as manifestações patológicas foram contadas por face em cada placa, conforme é exemplificado através da Figura 34.

---

<sup>2</sup> A planilha utilizada é baseada nas patologias mais comuns que acontecem no sistema de juntas, de acordo com Normas do DNIT.

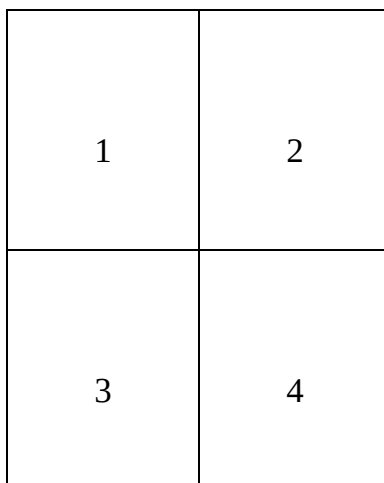


**Figura 34** - Esquema explicativo da composição da planilha para contagem das manifestações patológicas.

Para a contagem dos defeitos, adotou-se o seguinte critério:

- considerando a junta longitudinal entre as placas 1 / 2, se o defeito estiver presente somente na face da placa 1, será computado apenas 1 (um) defeito por origem (ex. Caso tenha 1 (uma) quebra de canto e 1 (uma) fissura linear nesta face, será computada a quantidade de 1 (um) para cada tipo de defeito); se o defeito estiver presente nas faces da placas 1 e 2, serão computados 2 (dois) defeitos de acordo com sua origem.

- considerando a junta transversal entre as placas 1 / 3, se o defeito estiver presente somente na face da placa 1, será computado apenas 1 (um) defeito; se o defeito estiver presente nas faces da placas 1 e 3, serão computados 2 (dois) defeitos de acordo com sua origem.

Com os dados coletados e transferidos à planilha foi possível quantificar a ocorrência das manifestações patológicas em cada uma das placas, apresentando, graficamente qual a mais recorrente no piso industrial ora em estudo.

## **4. ESTUDO DE CASO**

Neste capítulo será apresentado o modo como foi realizado o estudo de caso.

### **4.1. VISTORIA DO OBJETO DE ESTUDO DE CASO**

SIQUEIRA (2008) apresenta o critério que se pode dividir o procedimento de vistoria em algumas etapas principais, sendo as primeiras: Planejar a Inspeção, Preparar-se para a Inspeção e Executar Corretamente a Inspeção.

Para o trabalho ora desenvolvido, adota-se a seguinte terminologia:

- Planejamento da vistoria;
- Preparação para a vistoria;
- Vistoria.

#### **4.1.1 Planejamento da vistoria**

O planejamento da vistoria tem por objetivo buscar conhecimento e informações sobre o objeto a ser estudado.

De acordo com a IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia, a inspeção encontra-se no NIVEL 1, isto é, a identificação das anomalias e falhas aparentes são elaboradas por profissionais habilitados.

##### **4.1.1.1. Descrição do imóvel**

A edificação em estudo é um galpão industrial, com 3.360,00 m<sup>2</sup> de área de piso industrial (28,00m x 120,00 m), com 2 anos de idade, em fase final de construção, conforme Figura 35, abaixo.

Possui um subsolo, um mezanino e instalações sanitárias.

Construído sobre terreno regularizado e nivelado através de aterros.

Apresenta as seguintes características construtivas:

- Fundação - estacas pré-moldadas.
- Estrutura - concreto armado moldado *in loco* e pilares em estrutura metálica
- Fechamento lateral - blocos
- Instalações Hidráulicas e Elétricas - industrial



**Figura 35** - Fachada do galpão – Nov./2010.

A obra se iniciou em 2009, e está sendo executada pela segunda construtora, contratada para término da obra, a cerca de seis meses (fevereiro/2010).

Percebe-se a presença das duas empresas pelas diferentes fases / idades das concretagens realizadas, conforme Figuras 36 e 37.

O galpão é composto por 78 (setenta e oito) placas de concreto com 4,67 m de largura (transversal) por 6,00 m de comprimento (longitudinal), conforme *lay out* que pode ser visualizado no Anexo 01.



**Figura 36** - Vista Interna do galpão – Fase 1 de concretagem – Nov./2010.



**Figura 37** - Vista Interna do galpão – Fase 1 para 2 de concretagem – Nov./2010.

#### **4.1.2. Preparação para a vistoria**

A Norma ACI 364 (2007) recomenda que o planejamento da vistoria inicie-se com uma reunião com os proprietários, verificação das condições de trânsito para viabilizar a vistoria, observação do impacto que a vistoria irá causar, a análise dos projetos e documentos de forma a aprofundar-se na análise da obra.

Para o presente trabalho, considerando que o galpão encontra-se em fase final de construção e dada a situação de *sub judice* com a construtora anterior, a reunião e as informações pertinentes vieram através da segunda construtora, porém a disponibilidade dos projetos foi nula.

Foi elaborado um croqui (*lay out*), ver Anexo 01, de acordo com a posição dos pilares e das juntas, demonstrando também a localização dos vazios que terão a função de tanques para imersão das peças que ali serão produzidas.

Bem como foi construída uma tabela (Anexo 02) com as manifestações patológicas / defeitos existentes na juntas, seguindo orientação da norma DNIT 060/2004 – PRO.

#### 4.1.3. Vistoria

A vistoria visa estabelecer quais os aspectos que possuem maior relevância para o estudo, que no caso é a presença de juntas, objetivando identificar e quantificar as manifestações patológicas existentes.

Foi realizada primeiramente uma inspeção visual na parte externa da obra para identificar o seu aspecto geral. Posteriormente e focando o objeto de estudo, a inspeção se deu da parte dos fundos da obra em direção a frente – Figura 38, internamente, conforme consta da numeração das placas de concreto no *lay out* e relatório fotográfico, anexos.

O sistema de juntas encontra-se com etapas a concluir, como por exemplo, nem todas juntas estão seladas. As juntas que se apresentam com os selantes são àquelas que estão próximas à área que já recebeu o equipamento previsto ou estrutura metálica de suporte à linha de produção (Figura 38).



**Figura 38** - Vista Interna dos fundos do galpão em direção a frente – Nov./2010.

O trecho composto pelos pilares 14 e 15, não possui juntas. No lugar das juntas surgiram as fissuras (Figura 39).



**Figura 39** - Fissura localizada no trecho entre os pilares 14 e 15 – Nov./2010.

#### 4.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS DA AMOSTRA

O *check list* adotado traz as informações coletadas no local conforme figura 40.

| LONGITUDINAL          |                  |                                  |                   |                 |              |
|-----------------------|------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Placas                | Defeitos         |                                  |                   |                 |              |
|                       | Severidade       |                                  |                   |                 |              |
|                       | Fissura de Canto | Escalonamento ou degrau de junta | Fissuras lineares | Quebra de Canto | Esborcimento |
| Placas de 1-2 a 77-78 |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
| Total                 |                  |                                  |                   |                 |              |
| TRANSVERSAL           |                  |                                  |                   |                 |              |
| Placas                | Defeitos         |                                  |                   |                 |              |
|                       | Severidade       |                                  |                   |                 |              |
|                       | Fissura de Canto | Escalonamento ou degrau de junta | Fissuras lineares | Quebra de Canto | Esborcimento |
| Placas de 1-7 a 78    |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
|                       |                  |                                  |                   |                 |              |
| Total                 |                  |                                  |                   |                 |              |

**Figura 40** - Check list do levantamento dos dados da amostra.

## 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresentará o relatório fotográfico, classificação e quantificação das manifestações patológicas (Figuras 41 a 68) encontradas nas juntas do piso ora em estudo bem como a análise dos resultados através dos gráficos 01, 02, 03 e 04.

### 5.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados do levantamento das manifestações patológicas do piso industrial do galpão e seus respectivos quadros, contendo as informações da cada placa estudada, da classificação do defeito e do grau de severidade atingido e a quantidade encontrada, sendo que o levantamento quantitativo nas juntas longitudinais e transversais está transcrito na sequência respectivamente, através das Tabela 01 e 02, dando origem aos gráficos 01 a 04.



**Figura 41** - Placas 1 / 2 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa | Patologia       | Severidade | Quantidade |
|-------|-----------------|------------|------------|
| 1 / 2 | Quebra de canto | B          | 2          |
| 1 / 2 | Esborcinamento  | B          | 2          |



**Figura 42** - Placas 2 / 3 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|-------|--------------|------------|------------|
| 2 / 3 | Esborcimento | B          | 2          |



**Figura 43** - Placas 3 / 4 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|-------|--------------|------------|------------|
| 3 / 4 | Esborcimento | B          | 2          |



**Figura 44** - Placas 4 / 5 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa | Patologia       | Severidade | Quantidade |
|-------|-----------------|------------|------------|
| 4 / 5 | Esborcimento    | B          | 2          |
| 4 / 5 | Quebra de canto | B          | 2          |



**Figura 45** - Placas 8 / 9 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|-------|--------------|------------|------------|
| 8 / 9 | Esborcimento | B          | 2          |

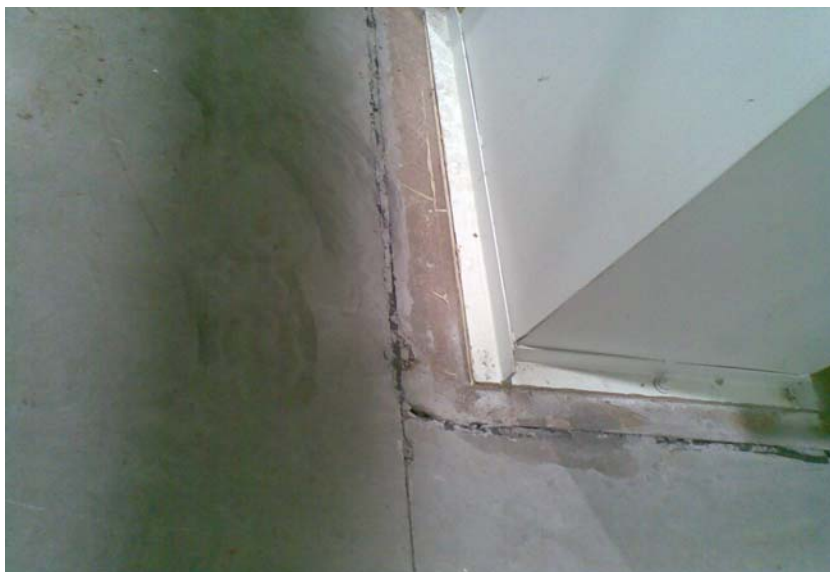


**Figura 46** - Placas 20 / 21 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|---------|--------------|------------|------------|
| 20 / 21 | Esborcimento | B          | 1 (21)     |



**Figura 47** - Placas 21 / 22 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|---------|--------------|------------|------------|
| 21 / 22 | Esborcimento | B          | 2          |



**Figura 48** - Placas 26 / 27 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 26 / 27 | Esborcinamento | B          | 2          |



**Figura 49** - Placas 28 / 29 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 28 / 29 | Esborcinamento | B          | 2          |



**Figura 50** - Placas 33 / 34 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 33 / 34 | Esborcinamento | B          | 1 (34)     |



**Figura 51** - Placas 35 / 36 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia       | Severidade | Quantidade |
|---------|-----------------|------------|------------|
| 35 / 36 | Quebra de canto | B          | 1 (36)     |



**Figura 52** - Placas 39 / 40 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|---------|--------------|------------|------------|
| 39 / 40 | Esborcimento | B          | 2          |



**Figura 53** - Placas 41 / 42 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia       | Severidade | Quantidade |
|---------|-----------------|------------|------------|
| 41 / 42 | Esborcimento    | B          | 1 (41)     |
| 41 / 42 | Quebra de canto | B          | 1 (41)     |



**Figura 54** - Placas 45 / 46 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|---------|--------------|------------|------------|
| 45 / 46 | Esborcimento | B          | 1 (46)     |



**Figura 55** - Placas 50 / 51 – Longitudinal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|---------|--------------|------------|------------|
| 50 / 51 | Esborcimento | B          | 2          |



**Figura 56 - Placas 53 – Longitudinal – Nov./2010.**

| Placa | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|-------|----------------|------------|------------|
| 53    | Fissura Linear | B          | 1          |



**Figura 57 - Placas 2 / 8 – Transversal – Nov./2010.**

| Placa | Patologia       | Severidade | Quantidade |
|-------|-----------------|------------|------------|
| 2 / 8 | Esborcinamento  | B          | 2          |
| 2 / 8 | Quebra de canto | B          | 1          |



**Figura 58** - Placas 7 / 13 – Transversal – Nov./2010.

| Placa  | Patologia       | Severidade | Quantidade |
|--------|-----------------|------------|------------|
| 7 / 13 | Quebra de canto | B          | 2          |



**Figura 59** - Placas 9 / 15 – Transversal – Nov./2010.

| Placa  | Patologia                        | Severidade | Quantidade |
|--------|----------------------------------|------------|------------|
| 9 / 15 | Esborcinamento                   | B          | 1 (9)      |
| 9 / 15 | Escalonamento ou degrau de junta | M          | 1 (9)      |



**Figura 60** - Placas 10 / 16 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 10 / 16 | Esborcinamento | B          | 1 (10)     |
| 10 / 16 | Escalonamento  | M          | 1 (10)     |



**Figura 61** - Placas 11 / 17 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 11 / 17 | Esborcinamento | B          | 1 (17)     |



**Figura 62** - Placas 16 / 22 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 16 / 22 | Esborcinamento | B          | 1 (16)     |



**Figura 63** - Placas 35 / 41 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 35 / 41 | Esborcinamento | B          | 1 (35)     |



**Figura 64 - Placas 39 / 45 – Transversal – Nov./2010.**

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 39 / 45 | Esborcinamento | B          | 1 (39)     |



**Figura 65 - Placas 45 / 51 – Transversal – Nov./2010.**

| Placa   | Patologia                        | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------------------------|------------|------------|
| 45 / 51 | Esborcinamento                   | B          | 2          |
| 45 / 51 | Escalonamento ou degrau na junta | B          | 1          |



**Figura 66** - Placas 47 / 53 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia    | Severidade | Quantidade |
|---------|--------------|------------|------------|
| 47 / 53 | Esborcimento | B          | 2          |



**Figura 67** - Placas 52 / 58 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia               | Severidade | Quantidade |
|---------|-------------------------|------------|------------|
| 52 / 58 | Esborcimento            | B          | 1 (52)     |
| 52 / 58 | Escalonamento ou degrau | B          | 1 (52)     |



**Figura 68** - Placas 53 / 59 – Transversal – Nov./2010.

| Placa   | Patologia      | Severidade | Quantidade |
|---------|----------------|------------|------------|
| 53 / 59 | Esborcinamento | B          | 1 (53)     |
| 53 / 59 | Escalonamento  | B          | 1 (53)     |

| LONGITUDINAL    |                  |                                  |                   |                 |              |
|-----------------|------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------|
| Placas          | Defeitos         |                                  |                   |                 |              |
|                 | Severidade       |                                  |                   |                 |              |
|                 | Fissura de Canto | Escalonamento ou degrau de junta | Fissuras lineares | Quebra de Canto | Esborcimento |
| 1 - 2           |                  |                                  |                   | 2               | 2            |
| 2 - 3           |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 3 - 4           |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 4 - 5           |                  |                                  |                   | 2               | 2            |
| 5 - 6           |                  |                                  |                   |                 |              |
| 7 - 8           |                  |                                  |                   |                 |              |
| 8 - 9           |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 9 - 10 a 14-15  | sem ocorrência   |                                  |                   |                 |              |
| 15 - 16         |                  |                                  |                   | 2               |              |
| 16 - 17         |                  |                                  |                   | 2               |              |
| 17 - 18         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 19 - 20         |                  |                                  |                   |                 | 1            |
| 20 - 21         |                  |                                  |                   |                 | 1            |
| 21 - 22         |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 22 - 23         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 23 - 24         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 24 - 26         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 26 - 27         |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 27 - 28         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 28 - 29         |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 29 - 30         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 31 - 32         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 32 - 33         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 33 - 34         |                  |                                  |                   |                 | 1            |
| 34 - 35         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 35 - 36         |                  |                                  |                   | 1               |              |
| 37 - 38         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 38 - 39         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 39 - 40         |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 40 - 41         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 41 - 42         |                  |                                  |                   | 1               | 1            |
| 42 - 43         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 43 - 44         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 44 - 45         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 45 - 46         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 46 - 47         |                  |                                  |                   |                 | 1            |
| 47 - 48 a 49-50 | sem ocorrência   |                                  |                   |                 |              |
| 50 - 51         |                  |                                  |                   |                 | 2            |
| 51 - 52         |                  |                                  |                   |                 |              |
| 52 - 53         |                  |                                  | 1                 |                 |              |
| 53 - 54 a 77-78 | sem ocorrência   |                                  |                   |                 |              |
| Total           | 0                | 0                                | 1                 | 10              | 25           |

**Tabela 01** - Levantamento de manifestações patológicas no sentido longitudinal.

| TRANSVERSAL        |                  |                                  |                   |                 |                |
|--------------------|------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| Placas             | Defeitos         |                                  |                   |                 |                |
|                    | Severidade       |                                  |                   |                 |                |
|                    | Fissura de Canto | Escalonamento ou degrau de junta | Fissuras lineares | Quebra de Canto | Esborcinamento |
| 1 - 7              |                  |                                  |                   |                 |                |
| 2 - 8              |                  |                                  |                   | 1               | 2              |
| 3 - 9              |                  |                                  |                   |                 |                |
| 4 - 10             |                  |                                  |                   |                 |                |
| 5 - 11             |                  |                                  |                   |                 |                |
| 6 - 12             |                  |                                  |                   |                 |                |
| 7 - 13             |                  |                                  |                   | 2               |                |
| 8 - 14             |                  |                                  |                   |                 |                |
| 9 - 15             |                  |                                  | 1                 |                 | 1              |
| 10 - 16            |                  |                                  | 1                 |                 | 1              |
| 11 - 17            |                  |                                  |                   |                 | 1              |
| 12 - 18            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 13 - 19            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 14 - 20            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 15 - 21            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 16 - 22            |                  |                                  |                   |                 | 1              |
| 17 - 23 A 34<br>40 | sem ocorrência   |                                  |                   |                 |                |
| 35 - 41            |                  |                                  |                   |                 | 1              |
| 36 - 42            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 37 - 43            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 38 - 44            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 39 - 45            |                  |                                  |                   |                 | 1              |
| 40 - 46            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 41 - 47            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 42 - 48            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 43 - 49            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 44 - 50            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 45 - 51            |                  |                                  | 1                 |                 | 2              |
| 46 - 52            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 47 - 53            |                  |                                  |                   |                 | 2              |
| 48 - 54            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 49 - 55            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 50 - 56            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 51 - 57            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 52 - 58            |                  |                                  | 1                 |                 | 1              |
| 53 - 59            |                  |                                  | 1                 |                 | 1              |
| 54 - 60            |                  |                                  |                   |                 |                |
| 55 - 61 A 78       | sem ocorrência   |                                  |                   |                 |                |
| Total              | 0                | 5                                | 0                 | 3               | 14             |

**Tabela 02** - Levantamento de manifestações patológicas no sentido transversal.

## 5.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Gráfico 01 apresenta os resultados obtidos a partir da inspeção nas juntas longitudinais, considerando as Placas 1 – 2 a 77 - 78.

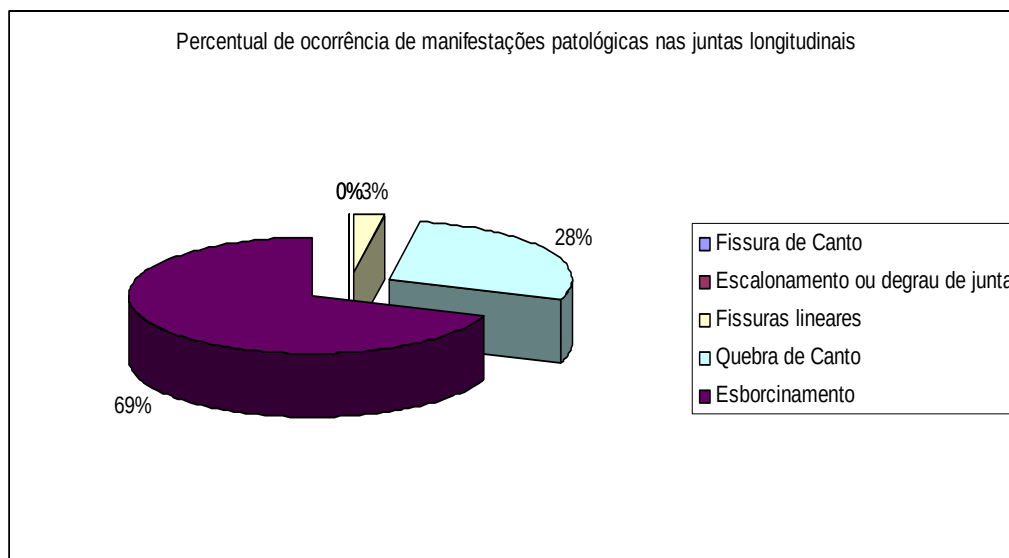


**Gráfico 01** - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas nas juntas longitudinais.

Através dos dados obtidos da inspeção visual da amostra referente as juntas longitudinais observa-se que entre as patologias estudadas, as que ocorrem nesta amostra são:

- esborcinamento com 69 % ;
- quebra de canto com 28 %;
- demais patologias ocorrem em escalas menores ou iguais a 3%.

O Gráfico 02 apresenta os resultados obtidos a partir da inspeção nas juntas transversais, considerando as Placas 1 – 7 a 78.

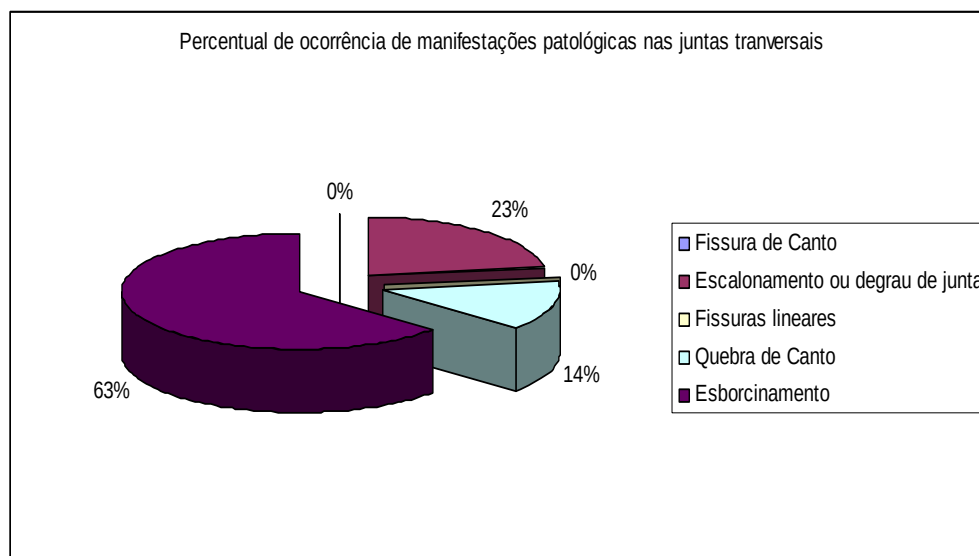


**Gráfico 02** - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas nas juntas transversais

Na análise dos dados obtidos da inspeção visual da amostra referente as juntas transversais, o resultado apontado não difere muito do encontrado para as juntas logitudinais, apresentando novamente que a patologia esborcinamento é a de maior ocorrência, estando assim quantificadas:

- esborcinamento com 63 % ;
- quebra de canto com 14 %;
- escalonamento ou degrau de junta com 23 %;
- demais patologias estudadas ocorrem em escala nula.

Considerando as juntas longitudinais e transversais, o Gráfico 03 apresenta o resultado obtido para o total das patologias encontradas, sendo assim analisadas:

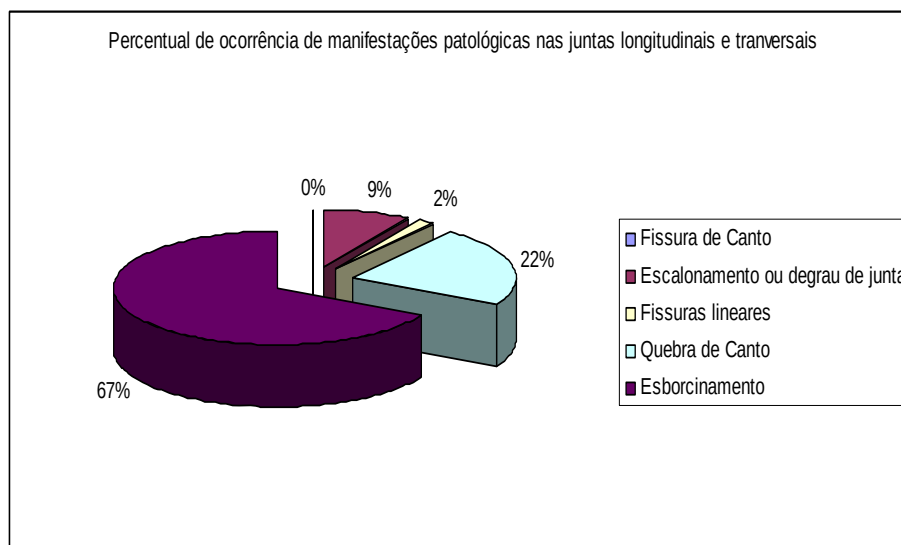


**Gráfico 03** - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas nas juntas longitudinais e transversais

Dessa forma, pode-se afirmar que a patologia esborcinamento é a que ocorre em maior escala, conforme segue:

- esborcinamento com 67 % ;
- quebra de canto com 22 %;
- escalonamento ou degrau de junta com 9 %;
- fissuras lineares com 2 %
- fissura de canto não foi detectada na inspeção, apresentando ocorrência nula, 0%.

Sob o ponto de vista das origens das patologias e de acordo com o resultado mostrado no Gráfico 04, pode-se observar que 9 % das placas de concreto armado apresentam patologias funcionais que comprometem apenas o conforto visual e ao rolamento do piso e 91 % apresentam patologias estruturais que comprometem a integridade estrutural do piso.

Foi considerado patologia funcional o escalonamento ou degrau de junta, enquanto que a fissura de canto, fissuras lineares, quebra de canto e esborcinamento foram consideradas de origem estrutural.

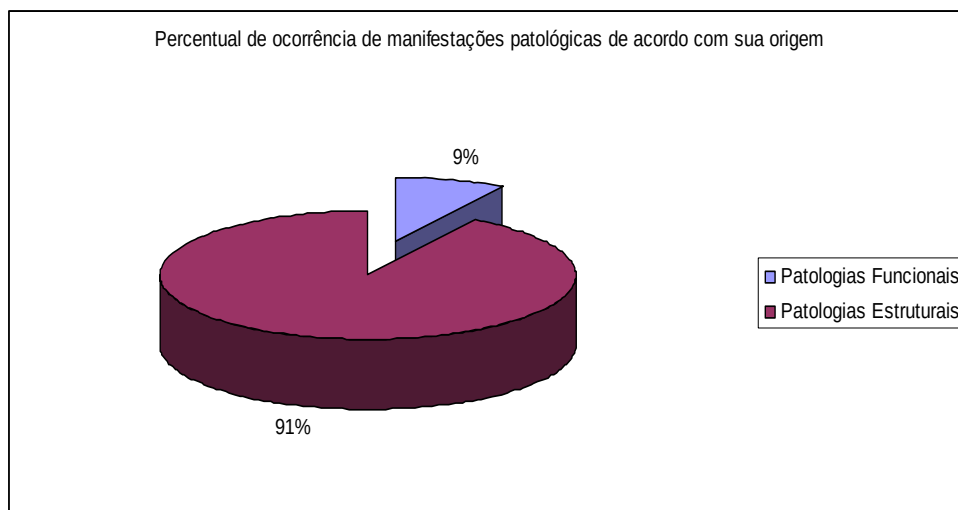


**Gráfico 04** - Percentual de ocorrência de manifestações patológicas de acordo com sua origem (funcional ou estrutural).

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais e sugeridos trabalhos futuros.

### **6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O trabalho realizado permitiu verificar que a hipótese levantada era verdadeira e a possibilidade de determinar a incidência de manifestações patológicas que se apresentam em pisos industriais de concreto armado, sendo que:

- Observou-se que a maior parte das patologias encontradas no piso, em sua condição atual, são: o esborcinamento (67%), a quebra de canto (22%), o escalonamento (9%) e a fissura linear (2%);
- A hipótese levantada no item 1.3: “Supõe-se que existem manifestações patológicas nas juntas do galpão que será objeto do estudo”, é verdadeira.
- Essas manifestações, recorrente na construção de pisos industriais somente poderão ser vencidas se superado com a melhoria das especificações construtivas, das exigências de conformidade normativas e fiscalização dos serviços.

### **6.2. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A seguir, serão apresentados assuntos que podem ser estudados em novas pesquisas, a fim de aumentar os conhecimentos necessários sobre patologias em juntas de pisos em concreto.

Diante das patologias encontradas nesse trabalho e sabendo que são comuns em outros pisos existentes, pode-se verificar a necessidade de estudo aprofundado da origem dessas patologias visando minimizar suas ocorrências.

Sugere-se também, um estudo sobre métodos de reparo em juntas de concreto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Sustentabilidade do concreto** Disponível em:

<http://www.abcp.org.br/conteudo/sustentabilidade/sustentabilidade-do-concreto>. Acesso em 21/10/2010.

ACI – American Concrete Institute. ACI 364.1R-07: **Concrete Repair Manual - Third Edition**. USA, 2007.

ACI – American Concrete Institute, ACI 302 – **Guide for Concret Floor and Slab Construction**. ACI Committee 302, Michigan, USA, 1996.

BALBO, J. T., **Pavimentos asfáltico materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H., **Tecnologia de produção de contra pisos internos para edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1995 (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/13)

BINA, P., TEIXEIRA, A. O.,– **Como construir pisos e pavimentos de concreto protendido**. REVISTA TECHNE, edição 55, outubro de 2001. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/121/artigo46962-1.asp>. Acesso em 14/11/2010.

BOTELHO, W. C., **A sustentabilidade ambiental na construção civil frente a necessidade de um trabalho tecnologicamente inovado**. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão – Energia, Inovação, Tecnologia e Complexidade para a Gestão Sustentável. Rio de Janeiro, 2010.

BOLETIM TECNICO FADEMAC SA – **Juntas – A função das juntas nas construções, Boletim nº 03 , maio 2007**. REVISTA TECHNE, edição 98, maio de 2005.

CARMONA FILHO, A.; MAREGA, A., **Retrospectiva de la Patologia en el Brasil: Estudio Estadístico**. In: Trabajos Apresentdos en la Jornada Español e Potuques sobre Estructuras y Materiales. Madrid, 1988. **Anais...** Madrid: CEDEX/IccET, 1988, p. 99-124. (A incidência de patologias geradas pela falta de controle e de qualidade dos canterios de obras / Congresso Latino Americano Tecnologia e Gestão na produção de edifícios / Soluções para o Terceiro Milenio)

CARMONA FILHO, A.; CARMONA, T. G., **Panorama de la Edificación en Brasil visto desde la Patología de la Construcción**. In: Trabalho apresentado na Comisión de Patología y Gestión de la Calidade en la Construcción. Montevideo, Uruguay, 2005.

CHODOUNSKY, M. A., **Pisos industriais de concreto: aspectos teóricos e construtivos**. São Paulo: Reggenza, 2007

CRISTELLI, R., **Pavimentos Industriais de Concreto – Análise do Sistema Construtivo**, Belo Horizonte, MG, 2010 – Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

DEGUSSA, **Catálogos de Informações Técnicas**, 2005.

DNIT. **TER 61/2004: Pavimento rígido – Defeitos - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2004.

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

GIUBLIN, C. R., Apostila, Disciplina: **Patologia em pavimentos rígidos** do Curso de Pós-Graduação Latu Sensu Patologia nas Obras Civas do Instituto De Luca Daher: IDD, Curitiba, 2010.

HELENE, P. R. L., **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA/SP., **Norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP**. São Paulo, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS – IBTS., **Pavimentos Industriais de Concreto Armado – Projeto e Critérios Executivos**. 2ª. Edição. São Paulo, 2006

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO – IBRACON., **Pavimentos: As Boas Práticas da Engenharia Nacional e Internacional**, Revista Concreto & Construções, nº. 45, 2007.

MATTAR, F. N., **Pesquisa de Marketing: Metodologia e Planejamento**. São Paulo, Atlas, 1996.

MAURY DE CARVALHO, M. B., **Impactos e conflitos da produção de cimento no Distrito Federal**, DF. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental) – Univerdade de Brasília, 2008.

MEDINA, J., **Mecânica dos Pavimentos**. Rio de Janeiro, UFRJ, 1997.

OLIVEIRA, P. L., **Projeto estrutural de pavimentos rodoviários e de pisos industriais de concreto**, SP. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

PITTA, M. R.; CARVALHO, M. D., **Pisos Industriais de concreto**. São Paulo, ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 1985.

RICHARDSON, R. J., **Pesquisa social – métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1989.

RIPPER, T; SOUZA, V. C. M., **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 1998.

RODRIGUES, P. P. F., BOTACINI, S. M., GASPARETTO, W. E., **Manual Gerdau de Pisos Industriais**. São Paulo: Pini, 2006.

ROESCH, S. M. A., **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guias para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de casos**. São Paulo: Atlas, 1999.

SENÇO, W., **Manual de Técnicas de Pavimentação Volume 2**. São Paulo: Pini, 2001.

SENEFONTE, K. B., **Diretrizes de projeto e controle de pisos industriais de concreto protendido**, 2007. Monografia (Especialização em tecnologia e gestão na produção de edifícios) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SIQUEIRA, C. H., Apostila, Disciplina: **Vistoria de Pontes e Viadutos em Concreto** do Curso de Pós-Graduação Latu Sensu Patologia nas Obras Civis da Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba: UTP, 2008.

SUPRENANT, B., MALISCH, W. R., **Pavimentos Industriais de Concreto Armado – Projeto e Critérios Executivos**, 2006. IBTS - INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS – IBTS., 2ª. Edição. São Paulo, 2006

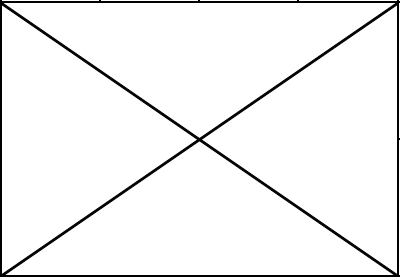
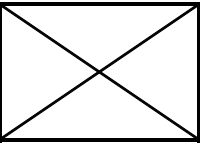
**SILVA, J. R., Estudo Experimental de Pavimentos de Concreto: Influência da Posição da Barra de Transferência e do Tipo de Concreto, 2010.** Dissertação (Mestrado em Estruturas e Materiais de Construção) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2010.

**VIECILI, F. A., Influência da utilização dos endurecedores superficiais cimentícios na resistência à abrasão de pisos industriais de concreto, 2006.** Trabalho de conclusão (Mestrado Profissional em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, 2006.

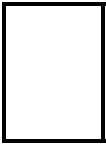
**YIN, R. K., Estudo de Caso – Planejamento e Método. 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Bookman, 2001.**

**ANEXOS**

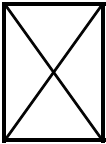
Anexo 01 - Localização das Placas

|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|---|
| 1                                                                                   | 2                                                                                   | 3  | 4  | 5  | 6  | 1 |
| 7                                                                                   | 8                                                                                   | 9  | 10 | 11 | 12 | 2 |
| 13                                                                                  | 14                                                                                  | 15 | 16 | 17 | 18 | 2 |
| 19                                                                                  | 20                                                                                  | 21 | 22 | 23 | 24 | 3 |
| 25                                                                                  | 26                                                                                  | 27 | 28 | 29 | 30 | 3 |
| 31                                                                                  | 32                                                                                  | 33 | 34 | 35 | 36 | 4 |
| 37                                                                                  | 38                                                                                  | 39 | 40 | 41 | 42 | 4 |
| 43                                                                                  | 44                                                                                  | 45 | 46 | 47 | 48 | 5 |
| 49                                                                                  | 50                                                                                  | 51 | 52 | 53 | 54 | 5 |
| 55                                                                                  | 56                                                                                  | 57 | 58 | 59 | 60 | 6 |
| 61                                                                                  |  |    |    |    | 66 | 6 |
| 67                                                                                  |                                                                                     |    |    |    | 72 | 7 |
| 73                                                                                  | 74                                                                                  | 75 | 76 | 77 | 78 | 7 |
|  |                                                                                     |    |    |    |    | 8 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 8 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 9 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 9 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 0 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 1 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 1 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 1 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 1 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 2 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 2 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 3 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 3 |
|                                                                                     |                                                                                     |    |    |    |    | 4 |

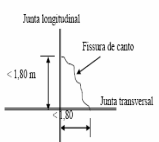
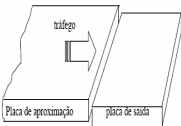
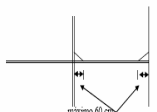
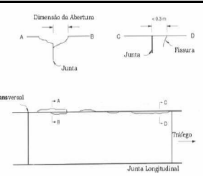
Legenda:



Placa 4,67 x 6,00



Vazios

| Defeito                                                     | Definição                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Esquema                                                                             | Severidade                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fissura de Canto                                            | É a fissura que intercepta as juntas a uma distância de, no máximo, 1,8 m das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal e transversal), medindo-se a partir do seu canto. Esta fissura atinge toda a espessura da placa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    | a                                                                                                                                         | Grau de Severidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               | b Contagem                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Baixo (B)                                                                                                                                 | a área compreendida entre a fissura de canto e as juntas não está fissurada, ocorrendo em uma única placa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               | Conta-se um a placa defeituosa quando esta possuir:                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Médio (M)                                                                                                                                 | a área compreendida entre a fissura de canto e as juntas apresenta no máximo duas fissuras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | 1. Uma única fissura                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Alto (A)                                                                                                                                  | a área compreendida entre a fissura de canto e as juntas apresenta mais de duas fissuras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               | 2. Mais de uma fissura de canto com o mesmo grau de severidade<br>3. Duas ou mais fissuras de canto com diferentes graus de severidade (neste caso apenas o grau de severidade mais elevado é registrado). |                                                                                                                                                                |
| Escalonamento ou Degrau na junta                            | Caracteriza-se pela ocorrência de deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | a                                                                                                                                         | Grau de Severidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               | b Contagem                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Grau                                                                                                                                      | Desnível (mm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                               | 1. Só uma placa é contada quando o defeito ocorrer em uma junta.                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Baixo (B)                                                                                                                                 | 3 a 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Médio (M)                                                                                                                                 | > 10 a 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                               | Nota o desnível em uma fissura não é tido com defeito isolado, mas é levado em conta para se definir o grau de severidade dessa figura.                                                                    |                                                                                                                                                                |
| Alto (A)                                                    | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                     |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
| Fissuras lineares                                           | São fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de "placa dividida". Como fissuras lineares enquadram-se: (1) Fissuras transversais, que ocorrem na direção da largura da placa, perpendicularmente ao eixo longitudinal do pavimento; (2) Fissuras longitudinais, que ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento; (3) Fissuras diagonais, que são fissuras inclinadas que interceptam as juntas do pavimento, a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas. |                                                                                     | a                                                                                                                                         | Grau de Severidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               | b Contagem                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Baixo (B)                                                                                                                                 | Fissuras sem tratamento (selagem), com menos de 12 mm de largura, ou fissuras com qualquer abertura, com tratamento em boas condições. Não existem degraus.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                               | 1. O número de defeitos em uma placa dependerá do grau de severidade deste defeito.                                                                                                                        |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Médio (M)                                                                                                                                 | Quando ocorre uma das condições seguintes: (1) fissuras sem tratamento, com abertura entre 12 mm e 50 mm, medida na parte superior da placa de concreto. (2) fissuras sem tratamento, com abertura de até 50 mm e degraus com menos de 10 mm, medida na parte superior da placa de concreto. (3) fissuras com tratamento, com qualquer abertura e com degrau menor que 10 mm, medida na parte superior da placa e de concreto. (3) fissuras com tratamento, com qualquer abertura e com degrau menor que 10 mm, medida na parte superior da placa de concreto. |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Alto (A)                                                                                                                                  | Quando se observa uma das condições: (1) fissuras não tratadas com abertura superior a 50 mm, medida na parte superior da placa de concreto; (2) fissuras que apresentem degraus com mais de 10 mm, tratadas ou não.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                               | 2. Se ocorrer duas fissuras com grau médio de severidade, a placa é registrada como tendo uma fissura de alto grau de severidade.                                                                          |                                                                                                                                                                |
| Quebra de canto                                             | São quebras que aparecem nos cantos das placas, tendo forma de cunha, que ocorrem em uma distância não superior a 60 cm do canto. Este defeito difere da fissura de canto, pelo fato de interceptar a junta num determinado ângulo (quebra em cunha), ao passo que a fissura de canto ocorre verticalmente em toda a espessura da placa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | a                                                                                                                                         | Grau de Severidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               | b Contagem                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Profundidade da quebra (mm)                                                                                                               | Dimensões dos lados da quebra (cm)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               | 1. Caso ocorra uma ou mais quebras de canto com o mesmo grau de severidade numa mesma placa conta-se esta placa com "uma placa com quebra de canto".                                                       |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | ≤ 25                                                                                                                                      | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B                             |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | > 25 a 50                                                                                                                                 | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | M                             | 2. Caso tenha diferentes níveis de severidade, considera-se apenas o mais elevado.                                                                                                                         |                                                                                                                                                                |
| > 50                                                        | M                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | A                                                                                   | Nota Quebras cujos lados tenham menos do que 13 cm ou que possuam área inferior a 65 cm2 são desprezadas.                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
| Esborcinamento                                              | É caracterizado pela quebra da bordas da junta não superior a 60 cm de comprimento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | a                                                                                                                                         | Grau de Severidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                               | b Contagem                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Partes Esborcinadas                                                                                                                       | Largura do Esborcinamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Comprimento do Esborcinamento | 1. Se ocorre na borda de uma parte, torna-se uma placa com esborcinamento de junta.                                                                                                                        |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Firmes – não podem ser removidas facilmente (podem ter alguns pedaços faltando)                                                           | < 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B                             | B                                                                                                                                                                                                          | 2. Se o esborcinamento ocorrer em mais de uma junta de uma mesma placa, o grau de severidade mais elevado é anotado e registrado como uma única placa afetada. |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |                                                                                                                                           | > 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B                             | B                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                |
|                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | Soltas – podem ser removidas e faltam alguns pedaços: a maior parte ou todos os pedaços estão faltando e o esborcinamento é raso (< 25mm) | < 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | B                             | M                                                                                                                                                                                                          | 3. Caso o esborcinamento ocorra entre duas placas, cada uma delas deverá ser apontada com tendo junta esborcinada.                                             |
|                                                             | > 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B                                                                                   | M                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
| Ausentes – grande parte ou todos os pedaços foram removidos | < 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B                                                                                   | M                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |
|                                                             | > 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | M                                                                                   | A                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                               |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                |