



**PRINCIPAIS PRÁTICAS PARA EXECUÇÃO DE JUNTAS EM PISOS  
DE CONCRETO**

CURITIBA  
2018



HENRIQUE TEIXEIRA BERGER  
LEONARDO CUNHA DEFAVERI  
VICTOR LUCAS FRAGA

**PRINCIPAIS PRÁTICAS PARA EXECUÇÃO DE JUNTAS EM PISOS  
DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Pós-Graduação de Gerenciamento e Execução de Obras para obtenção do grau de especialista.

**Prof. Orientador: Mauricio Bianchini M.Sc**

CURITIBA

2018

# FOLHA DE APROVAÇÃO

## PRINCIPAIS PRÁTICAS PARA EXECUÇÃO DE JUNTAS EM PISOS DE CONCRETO

Por

HENRIQUE TEIXEIRA BERGER

LEONARDO CUNHA DEFAVERI

VICTOR LUCAS FRAGA

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A  
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO DE  
OBRAS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS  
PROFESSORES A SEGUIR MENCIONADOS.

Curitiba (PR) \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Mauricio Bianchini M.Sc

---

Mateus Barão

---

Luiz César De Luca, Dr.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Detalhe de junta longitudinal de construção .....	8
Figura 2 - Junta serrada .....	8
Figura 3 - Junta de expansão e tipo diamante .....	9
Figura 4 – Procedimento de Aplicação Lábio Polimérico .....	11
Figura 5 – Interrupção da armadura para a junta serrada.....	20
Figura 6 – Corte de junta serrada.....	21
Figura 7 – Selamento de junta serrada. ....	21
Figura 8 – Plano de corte das juntas transversais .....	23
Figura 9 – Preenchimento com selante em junta serrada.....	23
Figura 10 – Corte da junta com equipamento Soff-Cut.....	24
Figura 11 - Piso de concreto com juntas transversais inclinadas.....	27
Figura 12 – Junta serrada de contração.....	27
Figura 13 – Junta de dilatação.....	27
Figura 14 – Junta transversal com barra de transferência.....	28
Figura 15 – Seção tipo: Pavimento de concreto simples.....	29
Figura 16 – Fissuras de canto em piso de concreto.....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros técnicos das barras de transferência.....	12
Tabela 2 – Dimensionamento das barras de transferência em relação a espessura do piso.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 25
Tabela 3 – Análise das práticas aplicáveis para juntas em geral citadas pelos autores .....	32
Tabela 4 – Análise das práticas aplicáveis para juntas longitudinais citadas pelos autores .....	34
Tabela 5 – Análise das práticas aplicáveis para juntas serradas citadas pelos autores .....	35
Tabela 6 – Análise das práticas aplicáveis para juntas de encontro citadas pelos autores .....	36

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo Geral.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 JUSTIFICATIVAS .....	2
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	3
1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO .....	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1 Conceito de juntas .....	5
2.1.1 Junta Longitudinal.....	7
2.1.2 Junta Serrada .....	8
2.1.3 Juntas de Encontro.....	9
2.2 Barras de transferência.....	9
2.3 Lábios Poliméricos.....	9
2.4 Estudos teóricos de juntas em piso de concreto .....	11
2.4.1 W. E. Gasparetto & P. P. F. Rodrigues (1999).....	11
2.4.2 P. L. Oliveira (2000).....	13
2.4.3 P. P. F. Rodrigues (2006).....	15
2.4.4 S. M. Botacini, W. E. Gasparetto & P. P. F. Rodrigues (2006) .....	17
2.4.5 L. F. Rodrigues (2008).....	18
2.4.6 M. R. Ceccato & W. E. Gasparetto (2009).....	19
2.4.7 R. Cristelli (2010) .....	22
2.4.8 L. D. O. Balieiro (2015).....	25

2.4.9 J. T. Balbo (1999) .....	26
2.4.10 R. G. P. Soares (2017) .....	29
3 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DE JUNTAS ..	31
3.1 Aplicáveis a todos os tipos de junta de piso de concreto	
31	
3.2 Aplicáveis a juntas longitudinais .....	33
3.3 Aplicáveis para juntas serradas .....	35
3.4 Aplicáveis para juntas de encontro .....	36
3.5 Tratamento das juntas .....	37
3.6 Dimensionamento de placas .....	38
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA	
TRABALHOS FUTUROS .....	40
4.6 Considerações Finais .....	40
4.7 Recomendações para trabalhos futuros .....	42
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43

## RESUMO

Esse trabalho propõe apresentar e comparar as principais práticas para a garantia do desempenho ótimo do sistema de juntas, bem como orientações sobre locais e tipos adequados de juntas a serem empregadas. Para se alcançar tal resultado foi realizada uma revisão bibliográfica em diferentes documentos, artigos e regulamentos que discorrem sobre as melhores práticas a serem seguidas, para se alcançar a excelência em questão de eficácia e durabilidade das juntas. O trabalho também orienta quanto a execução dos vários tipos de juntas em pisos de concreto que podem ser utilizadas para melhor desempenho das estruturas. Abrangendo assuntos como juntas longitudinais, serradas, de encontro, barras de transferência e lábios poliméricos, o presente trabalho teve como objetivo comparar os trabalhos estudados visando selecionar os métodos que apresentavam maior aceitação e recorrência. Desta forma foram identificadas 12 principais práticas as quais foram adotadas como de maior relevância devido serem citadas por pelo menos 50% dos autores, ainda assim foram classificadas como imprescindíveis as práticas que se mostraram presentes em mais de 80% dos trabalhos estudados.

**Palavra – chave:** Junta, piso, industrial, descontinuidade, boas práticas.



## **ABSTRACT**

This work proposes to present and compare the principal practices for the perfect efficiency guarantee, as well as orientations about places and the correct types of joints to be used. In order to achieve this result, a bibliographic review was carried out in different documents, articles and regulations that discuss the best practices to be followed to achieve excellence in efficiency and durability of the joints. The work also guides the execution of the various types of joints in industrial concrete floor that can be used for better performance of structures. Covering subjects such as longitudinal joints, sawing, meeting, transfer bars and polymeric lips, the present work had as objective to compare the studied papers looking forward to select the methods that presents the most acceptance and recurrence. As result of this research 12 practices has been identified as more relevant once that they have been mentioned by at least 50% of the authors, besides that practices that had been mentioned by at least 80% of the authors got understood as indispensable.

**Key words:** Joints, floor, industrial, discontinuity, good practices.

## 1. INTRODUÇÃO

Entende-se como juntas, as interfaces entre elementos da construção que permitem a movimentação entre eles, garantindo deslocamentos sem interferir na funcionalidade e segurança do conjunto de peças. Botacini, Gaspareto & Rodrigues (2006) definem juntas como os detalhes construtivos responsáveis por permitir movimentações de retração e dilatação, e transferência de cargas adequada, assegurando a qualidade do piso e o conforto no rolamento.

Muitas dessas juntas necessitam de vedação para que a água ou outros elementos prejudiciais à integridade do sistema não penetrem nas suas aberturas, de acordo com Oliveira (2000).

O foco principal do presente trabalho é apresentar as principais práticas encontradas para a execução de juntas em pisos de concreto, presentes em bibliografias nacionais, após realizada tal apresentação foi desempenhada uma comparação entre os diversos autores selecionados, afim de se perceber quais práticas eram mencionadas com maior frequência, justificando assim sua importância.

### 1.1 PROBLEMA

Quais as principais práticas para execução de juntas em pisos de concreto?

## 1.2 OBJETIVOS

Neste capítulo serão apresentados os objetivos deste trabalho.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar as principais práticas para a execução de juntas em pisos de concreto, abordadas na bibliografia nacional.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Comparar e analisar o que diversos autores orientam quanto à execução de juntas, para um melhor desempenho de um piso industrial de concreto.

## 1.3 JUSTIFICATIVAS

De acordo com Gasparetto e Rodrigues (1999) “o piso industrial tem nas juntas o seu elo mais fraco, pois é nelas que as principais manifestações patológicas de natureza estrutural se manifestam. Por isso, a tendência é de efetuar projetos com quantidade cada vez menor de juntas. Entretanto, em função de limitações executivas, equipamentos disponíveis, índices de planicidade e nivelamento necessários, as juntas são sempre necessárias. Resta ao calculista, portanto, dimensioná-las de maneira segura e econômica”.

Oliveira (2000) discorre sobre o fato das juntas constituírem a parte mais delicada e mais cara do pavimento. Portanto, é necessária a busca para que se garanta a maior eficiência possível, reduzindo o número de juntas e seu custo.

Juntas mal projetadas, no tipo, na abertura ou movimentação podem ter curta duração. Executando corretamente o sistema de vedação, visando otimizar sua durabilidade de garantia do desempenho, fazendo uso dos materiais corretos para cada situação e sua aplicação adequada (DNIT, 2006).

O concreto, por exemplo, necessita de manutenção e de reparos periódicos, em função do meio onde está e da utilização que tem, por outro lado essas manutenções, em certos casos podem ser evitadas, ou ainda ter seu período de execução prolongada, dependendo dos cuidados que se tomam desde na fase de projeto, execução da obra e serviços de proteção da estrutura, como por exemplo, a correta execução de estanqueidade de juntas (CRISTELLI, 2010).

Obras de médio e grande porte que têm apresentado problemas de fissuração com rompimento da placa dos pisos de concreto demandam extensa logística e procedimentos tecnológicos adequados para a solução dos problemas patológicos. Logo, indicadores que promovam o desenvolvimento de projetos sólidos nos aspectos de qualidade, durabilidade, segurança, bem como a harmonização com as perspectivas de sustentabilidade, precisam ser instituídos de modo emergencial para que se possa elevar o índice de confiabilidade desse tipo de sistema construtivo (SOARES, 2017).

Essa pesquisa relacionada à juntas no concreto visa contribuir de forma significativa para indústria da construção.

#### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho buscou identificar os principais procedimentos para execução de juntas em piso de concreto, através da comparação de diversas obras. Para identificar quais os principais processos para execução de juntas efetuou-se ampla revisão bibliográfica, comparando

suas orientações e métodos quanto a cada tema. Após determinação das principais práticas comparou-se as informações dos diferentes autores.

A seleção das principais práticas se deu pela elaboração de uma tabela. As práticas que foram consideradas como principais foram aquelas que tiveram menção em mais de 50% dos trabalhos estudados, sendo classificadas ainda como imprescindíveis as que se mostrarem presentes em mais de 75% dos mesmos.

A fundamentação básica de todo trabalho, foi realizada através de revisão bibliográfica, descrita em livros, dissertações, teses e artigos científicos nacionais. Este método que é baseado em pesquisa e leitura pode ser definido por Gil (2010) como aquele que permite um amplo alcance de informações, assim possibilitando a utilização de diversos dados em inúmeras publicações, o que auxilia e orienta também na construção, ou na melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo proposto.

## 1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho teve sua estrutura dividida em 4 capítulos, sendo eles: 1 - introdução, 2 -revisão bibliográfica, 3- principais procedimentos para a execução de juntas e 4- considerações finais e recomendações para trabalhos futuros.

O capítulo 1 tratou sobre introduzir o leitor ao tema de juntas em piso de concreto e explanar a metodologia aplicada para se alcançarem os objetivos propostos neste trabalho.

O capítulo 2 apresenta o que foi encontrado na bibliografia nacional estudada, que servirá como embasamento teórico para a conclusão de quais práticas se mostram mais relevantes por sua recorrência percentual de aparecimento.

Já o capítulo 3 apresenta, pelos critérios estabelecidos pelos autores, as principais práticas para a execução de juntas em pisos de

concreto, tão quanto uma breve discussão sobre possíveis detalhes que venham a divergir nos trabalhos estudados, em se tratando da mesma prática.

Por fim o capítulo 4 apresenta as considerações finais que os autores julgaram relevantes para cumprir com o objetivo proposto no capítulo 1, ainda deixando também recomendações para possíveis futuros trabalhos.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O presente capítulo apresentará a explicação sobre o conceito de juntas e os tipos estudados e as referências bibliográficas utilizadas.

### **2.1 Conceito de juntas**

A boa movimentação do sistema construtivo passa diretamente pela concepção de juntas, seja, eliminando-as ou posicionando-as de maneira eficaz. Sem esse entendimento não é possível obter um produto final com a longevidade esperada pelo cliente e tão pouco com a funcionalidade exigida. Desta forma faz-se necessário o estabelecimento de técnicas pertinentes a este sistema construtivo.

A ABNT não possui norma técnica específica para juntas. A NBR 6118 (2014) - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, traz informações superficiais que não satisfaz todos os pontos para análise para projeto, execução e vedação deste elemento construtivo. No item 3.1.10 da norma traz a definição de junta de concretagem:

Qualquer interrupção do concreto com a finalidade de reduzir tensões internas que possam resultar em impedimentos a qualquer tipo de movimentação da estrutura, principalmente em decorrência de retração ou abaixamento da temperatura.

E no item 3.1.11 define junta de concretagem parcial:

Redução de espessura igual ou maior a 25% da seção de concreto.

Posteriormente, durante o desenvolvimento desta monografia, esses conceitos serão aplicados a nomenclaturas diversas destas trazidas pela norma e seus conceitos serão mais bem delineados.

Do item 7.2 drenagem, no trecho 7.2.3:

Todas as juntas de movimento ou de dilatação, em superfícies sujeitas à ação de água, devem ser convenientemente seladas, de forma a torná-las estanques à passagem (percolação) de água.

De acordo com Rodrigues (2006) entende-se por juntas, os mecanismos de descontinuidade estrutural que permitem a movimentação independente de segmentos estruturais de concreto e controlam suas variações térmicas, dilatação e retração, servindo ainda como elemento auxiliar ao processo de execução.

Para Oliveira (2000), em pavimentos de concreto, as juntas garantem o funcionamento estrutural previsto e mantêm o nível estético do pavimento.

Juntas de dilatação é o nome dado para intervalos entre superestruturas ou trechos de superestruturas com encontros de diferentes materiais, permitindo assim que a estrutura se dilate ou se contraia com as variações climáticas. Os intervalos mencionados, exceto as juntas abertas, são preenchidos por alguns dispositivos, os quais denominamos de juntas de dilatação (DNIT, 2006).

Entende-se como abertas, as juntas definidas por faces verticais, as quais podem possuir duas faces diretas em concreto, sem alguma proteção, ou podem ser protegidas por cantoneiras, geralmente metálicas; as juntas abertas, permitem a livre passagem de águas e detritos, o que compromete a vida útil dos apoios, sendo prejudicada

também, como por exemplo nos casos de pavimentação, pelos constantes choques causados pelas rodas dos veículos com os cantos da junta (DNIT, 2006).

Juntas fechadas são as quais mais observamos a aplicação, por se tratarem de juntas com utilização de produtos e serem visíveis o seu preenchimento nas interrupções das estruturas, segundo DNIT (2006), há diversos tipos de juntas de dilatação fechadas, isto por que além de serem de grande importância, possuem vida útil relativamente curta, causa por erros de projeto, falhas no assentamento, ou problemas na própria junta, isso faz com que novas juntas surjam com frequência.

Chodounsky (2007) afirma que as juntas são os elementos mais sensíveis nos pisos de concreto, havendo necessidade de atenção na sua execução, principalmente por deverem ser executadas de forma sempre contínua, sendo interrompida apenas pelo encontro de duas juntas, mantendo ângulo superior a 90°C. Estima-se que mais de dois terços das manifestações patológicas dos pisos de concreto estejam relacionadas com falhas nas juntas.

De acordo com Gasparetto (1999), em pisos industriais o sucesso é alcançado através da correta execução de três tipos de junta, que se classificam em:

### 2.1.1 Junta Longitudinal

De acordo com Oliveira (2000), esse tipo de junta é utilizada para controle de fissuração devido ao empenamento, normalmente as juntas longitudinais funcionam como junta de construção, possuem espaçamento entre juntas delimitado pelo tipo de equipamento utilizado, índices de planicidade e geometria da área.

Balieiro (2015) afirma que tal junta transmite a carga entre as diferentes placas de concreto através de barras de transferência ou



encaixes tipo macho-e-fêmea. O detalhe da junta longitudinal de construção pode ser observado abaixo na Figura 1.

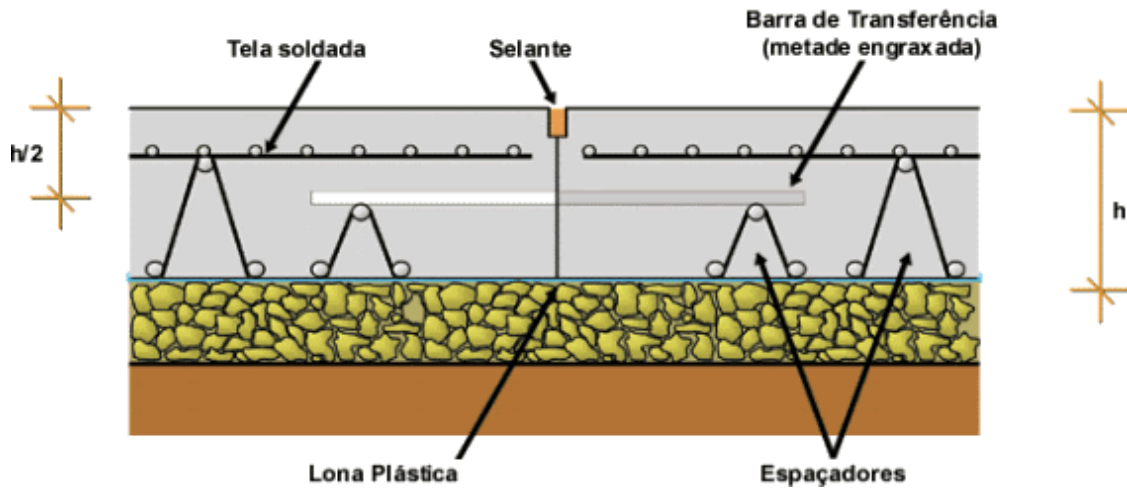


Figura 1 - Detalhe de junta longitudinal de construção

Fonte: Lmbrasil (2016)

### 2.1.2 Junta Serrada

Entende-se como o corte das juntas transversais de retração executado após o processo de acabamento do concreto. Atualmente se preveem faixas de concreto limitadas em sua largura pelas juntas longitudinais de construção.

De acordo com Cassaro & Rodrigues (1998) a profundidade do corte deve respeitar  $1/3$  da espessura da placa e possuir dimensão mínima de 40mm e seu detalhe pode ser observado na Figura 2 a seguir.

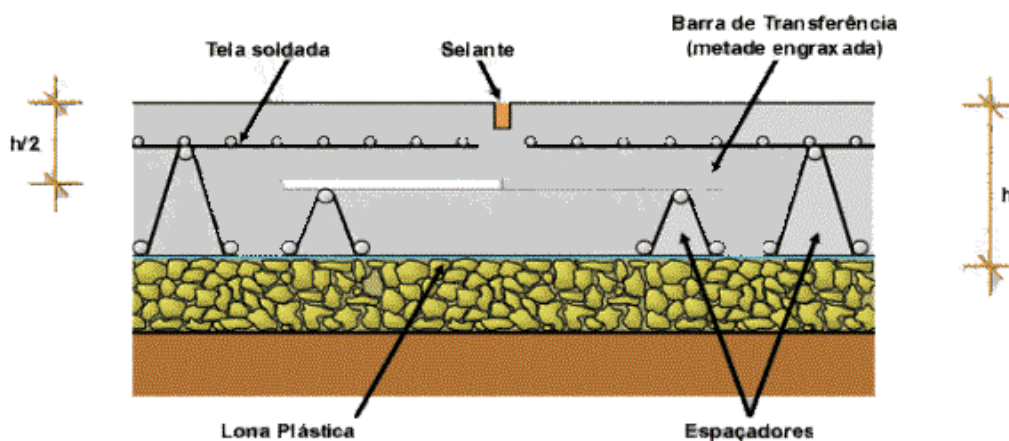


Figura 2 - Junta serrada

### 2.1.3 Juntas de Encontro

Ideal para isolar o piso de estruturas como blocos de concreto, vigas baldrame entre outros, tendo como sua função garantir que o piso trabalhe de forma independente, como por exemplo, a utilização da junta tipo diamante em volta de pilares. (GASPARETTO, 1999), conforme se encontra ilustrado na Figura 3.

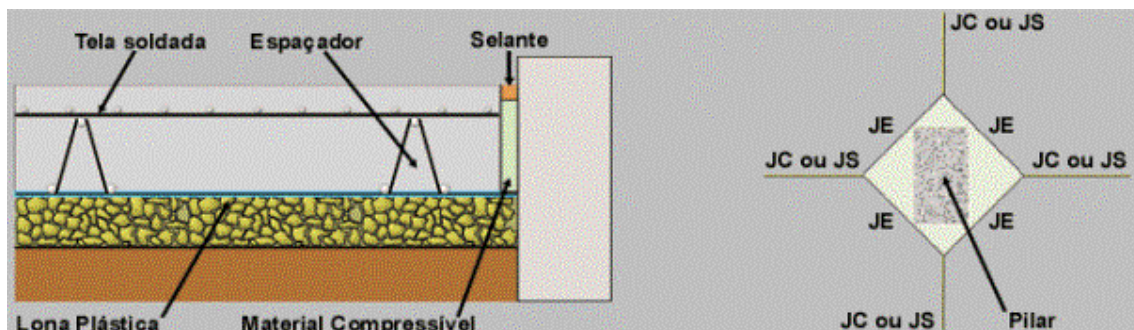


Figura 3 - Junta de expansão e tipo diamante

Fonte: Lmbrasil (2016)

## 2.2 Barras de transferência

As barras de transferência, utilizadas para pisos industriais, é definida por Rodrigues (2010), como barras de aço lisas, com seção circular ou quadrada.

As barras de transferência, são o mecanismo de transferência de cargas mais usual para pavimentos de concreto, isto por que apresentam melhor desempenho na transferência de esforços e por possuírem processo executivo mais simples.

## 2.3 Lábios Poliméricos

Ao executar uma obra civil, de qualquer tipo, algo que sempre preocupa, é a qualidade da estrutura com o passar do tempo. Para os pisos em concreto não é diferente, o mercado está cada vez mais exigindo pisos com maior resistência, durabilidade, baixa manutenção, fácil limpeza, aspecto estético agradável, além de bons índices de planicidade e nivelamento. E segundo Pitta (2011), os pisos industriais em concreto estão sujeitos a tensões, ocorridas por diversas causas, como retração do concreto, retrações e dilatações causadas por variações térmicas ou hidrotérmicas, empenamento das placas e carregamento. Isso ocorre, seja ele estático (cargas distribuídas ou pontuais) ou móvel (empilhadeiras de rodas pneumáticas ou rígidas).

No que diz respeito aos esborcinamentos, Carvalho (2009) explica que estes podem ser tratados com lábios poliméricos, desde que a junta esteja estruturalmente adequada. Caso contrário, poderá haver necessidade de injeção de pasta de cimento entre a placa de concreto e a fundação para controle de deformações, ou até a introdução de barras de transferência.

Uma deficiência do concreto é a sua baixa resistência principalmente em quinas (ou bordas) de uma estrutura qualquer que posteriormente será aplicado ali um grande esforço. O sistema de tratamento de bordas de juntas promove assim grande estabilidade a solicitações mecânicas e químicas. Seu desempenho promove ganhos reais com manutenção e produtividade. Os lábios poliméricos tornam-se parte integrante do concreto tornando-o uma peça monolítica, conferindo-lhe resistência superior a 60 Mpa, o que evita o esborcinamento das bordas da junta e mantém o selo de vedação intacto (CARVALHO, 2009).

O método de execução dos lábios poliméricos é bastante simples, basta efetuar o corte do piso, limpar o concreto, remover a nata de cimento e partes soltas ou contaminadas. Após isso, deve-se instalar os gabaritos e aplicar o primer. Com esta preparação, já pode lançar e nivelar o composto polimérico. E após a cura do composto, deve-se

remover o gabarito. Assim liberando a junta para seguir com o processo normal de execução. O procedimento de aplicação dos lábios poliméricos pode ser observado na Figura 4.



Figura 4 – Procedimento de Aplicação Láblio Polimérico

Fonte: <https://www.aecweb.com.br>

## 2.4 Estudos teóricos de juntas em piso de concreto

A seguir serão apresentados os autores que serviram como embasamento para o trabalho e as práticas que se mostram presentes em seus trabalhos.

### 2.4.1 W. E. Gasparetto & P. P. F. Rodrigues (1999)

De acordo com Gasparetto & Rodrigues (1999, Apud Cassaro & Rodrigues, 1998) quando se trata na execução de juntas longitudinais o processo (macho fêmea) têm sido menos empregado devido à sua baixa capacidade de transferência de carga, dificuldades executivas e principalmente grande ocorrência de fissuras próximas das bordas, por isso as barras de ligações tem sido mais empregadas, e é mais comum a aplicação do seu posicionamento com espaçamento fixos, de

aproximadamente 30 cm e espessura de acordo com a espessura do piso, Gasparetto e Rodrigues (1999) referência ainda (ACI, 1996) e aponta que esse tipo dispositivo não deve ser utilizado para pisos com espessuras menor que 15 cm. O dimensionamento das barras de transferência de acordo com recomendações da (ACI), é obtido entre a relação do diâmetro das barras e a espessura do piso a ser executado, conforme se pode observar na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros técnicos das barras de transferência

Características do produto			Adequação do diâmetro da Barra à espessura da placa	
Designação da Barra	Diâmetro da Barra	Peso por Barra de 50 cm	Espessura da placa de concreto	Diâmetro da Barra de Transferência
CA 25	mm	kg	cm	mm
BTB 10	10,0	0,308	8,0	10,0
BTB 12	12,5	0,482	10,0	12,5
BTB 16	16,0	0,789	12,5	16,0
BTB 20	20,0	1,233	15,0	20,0
BTB 25	25,0	1,927	20,0 a 22,5	25,0
BTB 32	32,0	3,157	25,0 a 30,0	32,0

Os autores entendem como juntas serradas, as juntas transversais de retração, sendo limitada em suas extremidades por juntas longitudinais de construção.

Gasparetto & Rodrigues (1999) ainda apontam, que atualmente a grande dificuldade apresentada na execução das juntas serradas, é a definição do período ideal para o corte. Sendo que consideram que este tempo deve ser em torno de 10 horas após o lançamento do concreto. Mas este tempo pode variar de acordo com algumas situações, como a temperatura ambiente, tipo de concreto adotado, relação água/cimento, tipos e dosagens de aditivos, ações dos ventos entre outros fatores.

Já em relação a profundidade do corte, segundo Gasparetto & Rodrigues (1999, apud Cassaro & Rodrigues, 1998) deve ser de pelo menos 40 mm e ser maior do que  $1/3$  que a espessura da placa.

Gasparetto & Rodrigues (1999) em seu artigo sobre juntas em pisos industriais de concreto, quando se tratando de juntas de encontro ou expansão, afirma que “as juntas de expansão são fundamentais para isolar o piso das outras estruturas, como vigas-baldrames, blocos de concreto, bases de máquinas ou outras. Esta é uma premissa que faz com que o piso trabalhe independente das outras estruturas existentes.”

Porém ressalva também que sua utilização não se mostra usual entre placas de pisos industriais, ocorrendo apenas em situações especiais como em mudança de direção de tráfego.

O autor ainda atenta para a necessidade de se prever um capuz ao final da barra de transferência de cargas, afim de que as mesmas não venham a interferir no movimento da placa no sentido do deslocamento durante a variação volumétrica, apresentando uma folga aproximada de 20mm.

No âmbito de selamento de juntas o autor cita o ACI (1996) que afirma que materiais de preenchimento de juntas pré-moldados apresentam pouca praticidade, dando preferência portanto para os moldados in loco, geralmente constituídos por silicones, poliuretano ou asfalto modificado, mono ou bicomponente para situações de tráfego de rodas pneumáticas. No caso de movimentação prevista de maquinário com rodas rígidas, fica alertado que os únicos selantes capazes de suportar adequadamente as grandes tensões nas bordas da junta são o polissulfeto, o uretano e o epóxi bicomponente.

#### 2.4.2 P. L. Oliveira (2000)

Segundo Oliveira (2000) as juntas longitudinais controlam a fissuração devida ao empenamento, funcionando como junta de

construção, para sua execução pode-se utilizar a execução da geometria tipo macho-fêmea, porém quando há a possibilidade de separação entre placas, devido a movimentos laterais pode se optar por utilizar dispositivos de ligação, por exemplo barras de aço CA-50 / CA-60, ambas corrugadas, que devem ser espaçadas em 30 cm de eixo a eixo.

Oliveira (2000) apresenta a forma de calcular a área do aço a partir da força de arrancamento das barras, igual a força de retração.

$$A_{s,bl} = \frac{\gamma_e * \mu * \gamma_c * h * C_{jb}}{2 * F_{yd}}$$

$A_{s,bl}$  - área do aço das barras de ligação

$\gamma_e$  - coeficiente de segurança da força devida à retração

$\mu$  - coeficiente de atrito

$\gamma_c$  - peso específico do concreto armado

$h$  - espessura da placa

$C_{jb}$  - distância entre a junta longitudinal e a borda livre

$F_{yd}$  - resistência de cálculo

Segundo a autora, a utilização de juntas serradas, promove uma adequada geometria de placas, o que permite a utilização de sistemas de transferência de carga, isso por que o corte ajuda a prever a posição das fissuras. Este corte, enfraquece a seção da junta, induzindo a fissuração.

Em sua dissertação de mestrado apresentada para a Universidade de São Paulo, Oliveira (2000) agrega às juntas de encontro ou expansão a função de impedir a troca de esforços entre o pavimento e as demais estruturas, tendo cerca de 2 centímetros de abertura.

A autora ainda atenta para a necessidade do preenchimento das mesmas com material compressível e acabamento com selante afim de impedir a entrada de materiais incompressíveis e de água, não ficando especificados os tipos de material para tal sistema.

### 2.4.3 P. P. F. Rodrigues (2006)

Rodrigues (2006) aconselha evitar o sistema tipo macho-fêmea para juntas longitudinais, recomenda a utilização de barras de transferência, pois transferem adequadamente as cargas devido a retração do concreto evitando fissuras próximo as bordas longitudinais.

Rodrigues (2006) afirma que as juntas serradas são geralmente ortogonais a maior direção da placa, limitadas pelas juntas longitudinais, sofrendo assim, as maiores movimentações em função da retração do concreto.

O autor ainda ressalta que para a junta serrada funcione corretamente, é necessário utilizar um sistema de transferência de cargas, dando preferência ao emprego das barras de transferência, os quais são os mecanismos mais confiáveis e eficazes. Assim que o concreto atingir resistência necessária, geralmente em um período entre 12 e 18 horas, o qual varia de acordo com tipo de concreto, velocidade de hidratação do cimento e da temperatura ambiente, inicia-se a fase de corte, o qual deverá ter profundidade de pelo menos 40mm e entre 1/4 e 1/3 a espessura da placa.

Para Rodrigues (2006), há alguns cuidados que devem ser tomadas afim de evitar o aparecimento de manifestações patológicas em juntas serradas, eles são:

- Prever Ângulos de encontro entre juntas sempre maiores do que 90°;
- Uma junta de construção ou serrada, deve sempre encontrar uma curva em Ângulo igual a 90°;
- Uma junta de construção ou serrada não pode terminar em outra junta de construção ou serrada, sempre deverá terminar em uma junta de expansão;
- O comprimento de um trecho de junta de construção ou serrada deve ser no mínimo igual a 50cm;



No livro em que escreveu sobre pavimentos industriais de concreto armado, Rodrigues (2006) afirma que juntas de encontro ou expansão são empregadas sempre que houver encontro do piso com estruturas do edifício, isolar duas ou mais partes do piso ou necessidade de se isolar bases de maquinários.

No entanto para a situação de divisão de placas de piso, o autor escreve que é muito comum ainda emprego de juntas de expansão entre placas para prevenir o aumento de comprimento em função de mudanças de temperatura, mas esse procedimento é desnecessário, visto que cada junta de retração (serrada ou de construção) funciona como uma pequena junta de dilatação; isso ocorre porque a retração hidráulica do concreto será sempre superior à dilatação que ele pode apresentar em condições usuais de temperatura.

O autor ainda afirma que pelo fato das juntas de encontro ou expansão possuírem aberturas muito elevadas, são difíceis de serem seladas, gerando assim um problema crônico para a manutenção dos pisos.

Em caso onde exista tráfego, transferências de carga ou controle de empenamento o autor recomenda o emprego de barras de transferência, porém com um “capuz” na barra que permita a movimentação no sentido do deslocamento do piso, tal dispositivo pode ser entendido como uma luva plástica tamponada na extremidade da barra com folga de movimentação por volta dos 20mm.

Em encontros com pilares, paredes ou vigas baldrame é comum não se empregarem dispositivos de transferência de carga, nesses casos portanto deve se ter consciência de que a região próxima a borda não deve ser carregada.

Para selamento de juntas em pisos de concreto o autor recomenda poliuretano, silicone ou polissulfeto, por sua resistência mecânica e química, deixando soluções como misturas de borracha e

asfalto apenas para juntas em estradas por sua aparência e baixa resistência química. Porém ressalva que os únicos materiais capazes de resistirem efetivamente ao tráfego de rodas rígidas são as resinas epoxídicas e as poliuréias.

#### 2.4.4 S. M. Botacini, W. E. Gasparetto & P. P. F. Rodrigues (2006)

Se tratando de junta longitudinal o autor faz referência a Cassaro & Rodrigues (1998), já citado anteriormente nesse trabalho, no que diz respeito aos sistemas de encaixes possíveis para juntas de construção, que são eles barras de transferências ou tipo macho-fêmea, que tem sido menos empregada devido sua baixa capacidade de transferência de carga, por dificuldade executivas e principalmente pela grande ocorrência de fissuras próximo as boras.

Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006) destacam que as barras de transferências devem ser posicionadas na altura média da seção do piso e aconselha que o espaçamento entre elas sejam uniforme cada 30cm.

Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006) referência ainda (ACI, 2004) e aponta que esse tipo dispositivo não deve ser utilizado para pisos com espessuras menor que 15 cm.

Os autores definem as juntas serradas como juntas transversais de retração, sendo limitadas em sua largura pelas juntas longitudinais de construção.

A grande dificuldade atualmente na execução destas juntas, é a definição do melhor período para a execução do corte. Os autores ressaltam, que 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.

Os autores ainda referenciam Cassaro & Rodrigues (1998) de que outro fator importante, porém mais fácil de ser definido é a profundidade do corte, que deve ter pelo menos 40mm e ser maior do que 1/3 da espessura da placa.

Os autores em seu manual para pisos industriais entendem que juntas de encontro ou expansão são fundamentais para isolar o piso de outras estruturas, e que cuja premissa garante com que o piso trabalhe de forma independente de outras estruturas.

Porém quando se tratando de juntas de encontro entre placas, tais mecanismos não são usuais para pisos industriais, tendo sua utilização empregada em casos especiais, principalmente nos casos de mudança de direção de tráfego, o que se mostra comum em docas de recebimento de materiais.

O manual ainda atenta para a necessidade de prever um capuz no final da barra de transferência com 2cm de folga, afim de garantir a movimentação da junta de encontro no sentido do deslocamento, no caso da existência de tráfego na região da junta.

Quanto ao selamento de juntas, os autores entendem que selantes pré-moldados tem sua utilização limitada, uma vez que no tráfego de rodas rígidas exigem a confecção de lábios poliméricos. Portanto recomendam a utilização de poliuretano ou silicone na situação de tráfego de veículos e polissulfetos, uretanos e epóxi componente, dando preferência para o último, uma vez que os autores referenciam o ACI (1996) quando dizem que os materiais empregados nesse caso devem apresentar dureza Shore de no mínimo 80 e teor de sólidos de 100%.

#### 2.4.5 L. F. Rodrigues (2008)

Para juntas longitudinais Rodrigues (2008) cita a utilização de barras de ligação, que resiste à força de atrito entre a junta considerada e a borda livre mais próxima a ela, também cita a de encaixe macho-fêmea,

que une as faces das juntas, ambos os mecanismos asseguram a ligação e evitam possíveis movimentos laterais, porém, apenas as barras de ligação resistem às forças de atrito da fundação. Quanto ao dimensionamento das barras de ligações para juntas longitudinais devem se utilizar o Diâmetro 12,5mm e espaçadas no máximo 60cm, afirma também que as barras de transferências devem ser pintas e/ou engraxadas em uma das metades de forma a permitir a movimentação da junta.

Rodrigues (2008) recomenda ainda que as juntas longitudinais devem ficar fora das linhas de tráfegos.

Para Rodrigues (2008), a junta serrada corresponde a uma seção enfraquecida formada na placa de concreto, através de um corte na superfície do pavimento. Sua função é aliviar as tensões de tração geradas pela variação de temperatura e atrito entre a interface da placa e fundação. Ainda quando se utiliza algum sistema de transferência, como por exemplo as barras de transferência, apresenta função de proporcionar a transferência de carga entre as placas.

Referente ao corte das juntas, Rodrigues (2008, apud DNIT, 2005) ressalta que a profundidade deve ser entre  $1/4$  e  $1/6$  da espessura da placa, e sua abertura pode variar entre 3mm e 10mm.

Durante sua tese de doutorado apresentada para a Universidade de São Paulo, Rodrigues (2008) afirma que a junta de encontro ou expansão propicia espaço para a expansão do pavimento e absorve movimentações da placa, devendo então permitir que o pavimento se movimente livremente na direção da estrutura confrontante, não transmitindo tensões de compressão para a estrutura.

#### 2.4.6 M. R. Ceccato & W. E. Gasparetto (2009)

Ceccato & Gasparetto (2009) apontam em seu artigo que as juntas serradas possuem a função de permitir as movimentações do

concreto e garantindo a transferência de carga entre placas, conseqüentemente aprimorando a planicidade e a qualidade do piso.

No caso da transferência de carga com a utilização de barras de transferência, quando aplicadas nas juntas serradas, os autores afirmam que devem ser colocadas nos locais pré-determinados conforme paginação das juntas. Elas devem estar paralelas entre si e adequadamente suportadas por espaçadores para que não se movam durante a concretagem.

Também alertam que como a execução de um pavimento em concreto envolve diversos profissionais, equipamentos e até caminhões betoneira, deve-se tomar o cuidado com o alinhamento e posicionamento das barras de transferência, não esquecendo da interrupção da armadura na junta serrada durante a concretagem, conforme pode se observar na figura 5.



Figura 5 – Interrupção da armadura para a junta serrada

FONTE: Ceccato & Gasparetto (2009)

Em seu artigo, os Ceccato & Gasparetto (2009), ainda ressaltam que o tempo de corte deve ser avaliado em campo, em função das condições ambientais e características do concreto, mas geralmente é entre 6 e 12 horas após o lançamento do concreto. Caso haja algum atraso no corte, recomenda-se cortar com menos tempo de concreto, com o intuito de aliviar as tensões.

O corte do piso deve ter abertura próxima à 3mm, definida pela espessura do disco utilizado. Sendo a profundidade de no mínimo 40mm

e pelo menos 1/3 da espessura do piso. Estas medidas devem ser tomadas para garantir que a junta serrada trabalhe na seção planejada. Cuidando para que a profundidade do corte, não varie mais do que 5 mm com relação à profundidade de projeto, a execução do corte pode ser observada na Figura 6.



Figura 6 – Corte de junta serrada.

FONTE: Ceccato & Gasparetto (2009)

O selante mais recomendado para o preenchimento das juntas serradas é o de poliuretano. Apenas no caso de operações com empilhadeiras de rodas rígidas recomenda-se a utilização de epóxi semirrígido. O momento do preenchimento deverá ser retardado o máximo possível, para evitar problemas com os materiais de preenchimento, como mostra a Figura 7.



Figura 7 – Selamento de junta serrada.

FONTE: Ceccato & Gasparetto (2009)

Deve-se tomar cuidado com alguns itens na execução das juntas serradas, os quais devem ser checados. Por exemplo a profundidade do corte, não pode variar mais do que 5mm em relação à profundidade do projeto.

#### 2.4.7 R. Cristelli (2010)

Para Cristelli (2010) as juntas longitudinais utilizam de mecanismos de transferências de carga que podem ser compostos por encaixes macho-fêmea ou barras de ligações, que por apresentarem maior desempenho na transferências de cargas é o processo mais utilizado atualmente, porém sua utilização não é indicada para pisos com espessura menor que 15 cm. De acordo com Cristelli (2010, apud Dal-Maso, 2008) a locação deste tipo de junta deve ser evitada na áreas de transito intenso de maquinário. Recomenda-se que as juntas longitudinais de construção sejam paralelas as estantes carregadas e distantes 15 cm dos montantes

Cristelli (2010), em sua monografia, afirma que deve-se tomar cuidado no tempo do corte das juntas serradas, pois cortes com pouco tempo de cura pode causar esborcinamento e desprendimento de partículas dos agregados graúdos, e cortes muito tardios, pode causar fissuras de retração. Segundo Cristelli (2010, apud Rodrigues, 2003) o corte deve ter pelo menos 40mm de profundidade e ser maior do que 1/3 da espessura da placa de profundidade.

O tempo do corte pode variar de acordo com o tipo de concreto empregado, velocidade de hidratação do cimento e a temperatura ambiente. Porém, o autor se contradiz citando que Rodrigues (2003) aponta que o tempo mais indicado para o corte é entre 10 e 15 horas e posteriormente ressalta que segundo as práticas recomendadas pela

ABCP, o tempo de corte pode variar entre 8 e 15 horas, após o lançamento do concreto.

Os cortes devem ser realizados em sequência, de maneira a dividir as placas sucessivamente, conforme Figura 8 abaixo:

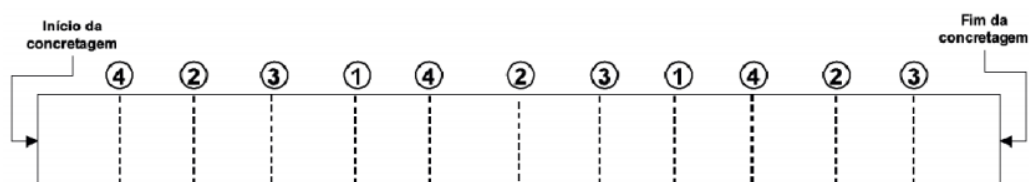


Figura 8 – Plano de corte das juntas transversais

FONTE: (ABCP)

Cristelli ainda ressalta, que o tratamento e selamento deverão ser feitos após cura completa do concreto, sendo necessário limpeza com jateamento de ar comprimido. Abaixo a Figura 9 mostra corte com detalhes construtivos.

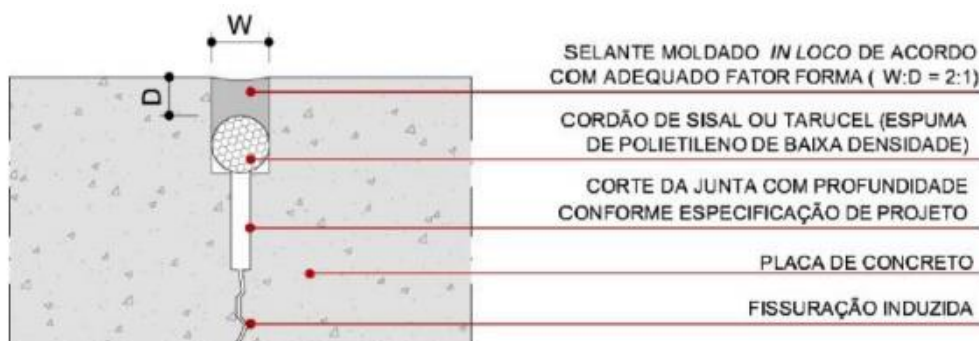


Figura 9 – Preenchimento com selante em junta serrada

FONTE: Cristelli (2010)

O autor aponta que há soluções que podem reduzir o risco de fissuração por atraso no corte das juntas. Trata-se do sistema Soff-Cut, o qual trabalha com cortes a seco, permitindo a execução de uma a duas horas após a primeira utilização do rodo de corte. O equipamento possui uma haste de rolamento frontal, a qual controla as frequências de rotação



e torque da lâmina através da pressão aferida em contato com o concreto, desta forma inibe falhas e/ou estilhaços, como se observa na Figura 10.



Figura 10 – Corte da junta com equipamento Soff-Cut

FONTE: Ceccato & Gasparetto (2009)

Em sua monografia apresentada para a UFMG, Cristelli (2010) entende que juntas de encontro e expansão devem ser aplicadas em encontros de placas de pisos com estruturas adjacentes, criando um impedimento na transferência de cargas e esforços horizontais para tais elementos, sobretudo os fenômenos da dilatação térmica.

O autor faz referência a Dal-Maso (2008) que apresenta uma espessura variando entre 0,5 e 2 centímetros para tais mecanismos de descontinuidade, tendo seu preenchimento com materiais de alta resiliência, o que garante a absorção dos esforços não os transferindo para a estrutura.

O autor também faz referência a Rodrigues (2006), já citado anteriormente no presente trabalho, quando leva em consideração a importância de se utilizar um sistema de capuz na extremidade da barra de transferência, em situações onde o tráfego se mostra presente, para garantir o movimento da mesma no sentido do deslocamento causado pela variação volumétrica.

Para o selamento desse tipo de junta o autor recomenda a utilização de poliuretano, polissulfeto ou silicone, com um reforço nas

bordas a base de argamassa epoxí caso exista o interesse em se aumentar a vida útil do sistema de descontinuidade.

#### 2.4.8 L. D. O. Balieiro (2015)

Para Balieiro (2015), as juntas longitudinais de construção são limitadas de acordo com a placa de piso que devem ser concretadas em períodos diferentes e devem ser posicionadas em locais aonde o tráfego de empilhadeiras é reduzido.

Balieiro (2015) afirma que as barras de transferências devem ser colocadas em todas as juntas, pois são necessárias para evitar empenamento nas bordas das placas de concreto e dividir as tensões de carregamentos das placas adjacentes. Balieiro (2015) fala ainda que todas as barras de transferências devem ser engraxadas 60% do seu comprimento ou envolvidas em filme de PVC termo retrátil para proporcionar a transferência de forças verticais sem impedir a retração e a dilatação da placa e devem ser barras de aço tipo CA-25, maciças e lisas.

Ainda sobre barras de transferências e seu dimensionamento em relação a espessura da placa Balieiro (2015, apud Pena Firme, 2006) e apresenta a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Dimensionamento das barras de transferência em relação a espessura do piso

FONTE: Balieiro (2015)

Espessura da placa (mm)	Diâmetro da barra (mm)	Comprimento da barra (cm)
125	16	40
150	20	40
200	25	45
>250	32	45

Segundo Balieiro (2015, apud Chodounsky, 2007), as juntas serradas são àquelas que estão transversalmente posicionadas em relação ao eixo das placas, tendo como função permitir que fissuras

ocasionadas pela retração do concreto apareçam de forma disciplinada. Os cortes devem ser executados em um período entre 4 e 12 horas após o lançamento do concreto. Sendo este corte com profundidade máxima de 1/3 da espessura do piso e espessura entre 3 e 4mm.

A autora ainda faz referência, o Instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS), afirmando que no caso de utilizando de armadura de retração no pavimento, a distância entre uma junta serrada e outra, pode chegar à 30 m.

A autora durante sua monografia para a UFMG cita que Chodounsky (2007) entende como “juntas de encontro ou expansão são construídas com o objetivo de separar o piso dos demais elementos estruturais, como vigas baldrame e blocos de concreto, permitindo uma livre movimentação do piso quando da existência dos fenômenos de retração e variação térmica.”

Em Seu trabalho ainda se encontra a afirmação de que tais juntas possuem espessura entre 5 e 20 milímetros, sendo preenchidas com materiais compressíveis de alta resiliência como o isopor e a borracha.

No âmbito de selamento de juntas, em seu estudo de caso a autora utiliza a recomendação de epóxi semi-rígido em caso de tráfego com rodas rígidas e de mastique de poliuretano em juntas expostas a tráfego de rodas pneumáticas.

#### 2.4.9 J. T. Balbo (1999)

Balbo (1999) analisou a possibilidade da adoção de placas de concreto simples com dimensões maiores. No caso dos pavimentos de concreto armado, é possível executar placas de até 30 metros de comprimento.

Normalmente são construídas juntas transversais ao eixo longitudinal mas em alguns casos, quando não são utilizados mecanismos

de transferência de força, podem ser adotadas juntas inclinadas, conforme ilustrado na figura 11. O ângulo de inclinação deve ser de aproximadamente  $10^\circ$ .

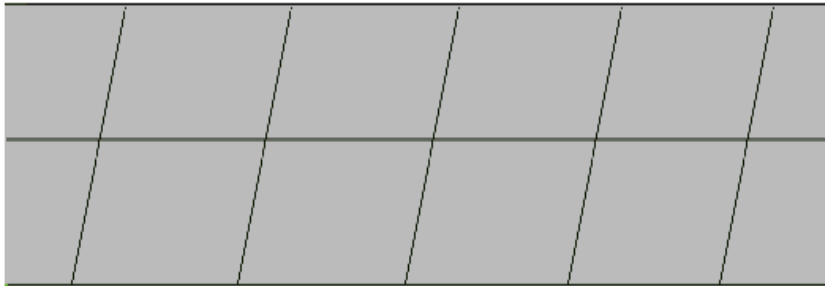


Figura 11 - Piso de concreto com juntas transversais inclinadas  
Fonte: Balbo (1999)

Além das juntas de retração, podem ser necessárias as juntas de dilatação onde houver o encontro do pavimento com outras estruturas, exemplo: pilares, bases de máquinas ou no caso de juntas desencontradas (BALBO, 1999).



Figura 12 – Junta serrada de contração  
Fonte: Balbo (1999)



Figura 13 – Junta de dilatação  
Fonte: Balbo (1999)

A transferência de força entre as juntas transversais pode se dar por entrosagem de agregados ou através de barras de transferência. A segunda é mais eficiente e tem sido cada vez mais utilizada, por

proporcionar redução na espessura das placas e por reduzir os problemas de erosão.

As barras de transferência segundo Balbo (1999) constituem-se de barra de aço tipo CA-25, de seção circular, maciças e lisas, com metade de seu comprimento mais 2 centímetros pintado e engraxado, a fim de proporcionar a transferência de forças verticais sem impedir a retração e a dilatação da placa.

Na figura 14 é mostrada uma junta serrada, com barra de transferência.

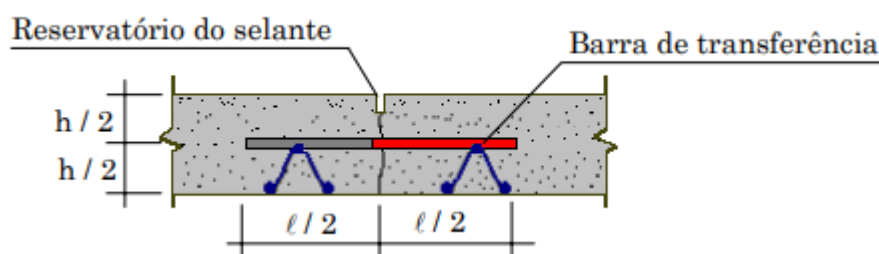


Figura 14 – Junta transversal com barra de transferência  
Fonte: Balbo (1999)

Balbo (2009) afirma que grande parte das patologias se dá por falhas no corte da junta (atraso, insuficiência ou fora da posição da barra), o posicionamento errado das barras, a falta de engraxamento, erro na espessura do concreto, executar concretagens em climas impróprios e também o atraso na aplicação do produto de cura.

Para garantir a funcionalidade da junta transversal a metade das barras mais 2 cm é engraxada antes da aplicação conforme a norma (DNIT,2004) estabelece.

Balbo (2009) indica que quando há falhas no engraxamento da barra, implica em esforços em ambos os lados do concreto, e a barra de transferência não se desloca livremente. Assim, ocorrerá fissura em uma extremidade da barra e ela não servirá mais a seu propósito.

Os cortes para indução das juntas transversais e longitudinais são executados rigorosamente entre 6hrs e 10hrs após o término da

concretagem. Segundo Balbo (2009) o corte não deve ser realizado quando o concreto apresenta-se muito fresco ainda, pois pode apresentar esborcinamento das juntas e soltura das partículas de agregado graúdo. Porém, se o corte for realizado muito tarde a massa de concreto já estará em processo avançado de secagem e ocorrerão fissuras paralelas ou diagonais as juntas.

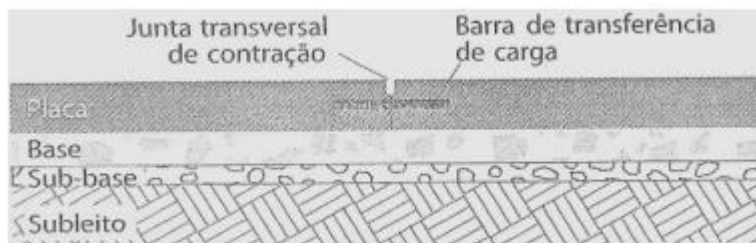


Figura 15 – Seção tipo: Pavimento de concreto simples  
Fonte: Balbo (1999)

A forma usual para execução deste tipo de pavimento é a construção de placas de concreto moldadas in loco com juntas transversais e longitudinais moldadas ou serradas (algumas horas após a concretagem) e igualmente espaçadas, a fim controlar a fissuração devido à retração hidráulica da massa de concreto fresca, à dilatação térmica e o empenamento das placas de concreto. Neste tipo de pavimento, pode-se empregar ou não dispositivos para transferência de carga entre as placas de concreto, tais como as barras de transferência – BT (juntas transversais) e as barras de ligação – BL (juntas longitudinais).

#### 2.4.10 R. G. P. Soares (2017)

Soares (2017) afirma que alguns profissionais fazem uso de uma armadura no banzo superior para elevar o comprimento das placas, considerando que, mesmo sem função estrutural, essas armaduras ajudam no controle da fissuração das placas. Além disso, uma quantidade elevada de juntas (em torno de 0,5 m por m<sup>2</sup> de piso) pode reduzir a vida útil do sistema.

A altura média da seção transversal de pisos de concreto simples sem barras de transferência varia de 15 a 20 cm. Já para os pisos com barras de transferência, esse intervalo é de 15 a 45 cm (SOARES, 2017).

O carregamento que irá atuar também influi na escolha desse tipo de piso. Para cargas elevadas, é aconselhável a análise de outro tipo de piso como alternativa, a exemplo do piso de concreto estruturalmente armado, bastante utilizados em pisos industriais. O sistema de juntas do piso de concreto simples pode ainda fazer uso de barras de transferência de esforços entre as placas com vistas no melhor desempenho do sistema estrutural, bem como na possibilidade de minimização de problemas patológicos, como por exemplo, o empenamento e o rompimento da placa por fissuração excessiva.

É evidente a contribuição das barras de transferência no que tange a uma distribuição uniforme de cargas na ligação entre as placas. Isso colabora para a manutenção das deformações limites, além de prevenir possíveis problemas patológicos de modo prematuro (Soares, 2017).

Soares (2017) afirma que a junta de encontro serve para evitar fissuras de canto, que ocorrem nas extremidades das placas com um ângulo aproximado de  $45^\circ$ , podendo levar ao total rompimento da placa de concreto. Como mostrado na figura 16 abaixo.



Figura 16 – Fissuras de canto em piso de concreto.  
Fonte: Soares (2017)

O empenamento da placa, o carregamento excessivo e cíclico, problemas na fundação e o mal dimensionamento são causas de ocorrência desse tipo de fissura acima.

O dimensionamento dos pisos de concreto simples segue, em linhas gerais, o modelo elástico das placas, conforme as proposições estabelecidas por Westergaard (1927). Como um dos precursores na consideração de placas rígidas apoiadas sobre base elástica, Westergaard definiu equações para determinação dos parâmetros relativos às tensões de tração na flexão nas placas, as quais foram aprimoradas ao longo do tempo pelo próprio autor e por diversos pesquisadores e associações. Para fins de cálculo e detalhamento de placas de pisos de concreto simples, o projetista deve seguir, dentre outras normas aplicáveis, os preceitos estabelecidos no ACI 302.1R-96 (ACI, 1997).

### **3 PRINCIPAIS PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DE JUNTAS**

Afim de facilitar a observação e definição dos parâmetros cuja recorrência se mostrou mais presente, as tabelas 3, 4, 5 e 6 apresentam uma análise dos assuntos abordados por cada um dos trabalhos presentes no capítulo 2, onde os quadrados preenchidos com a cor cinza fazem referência a assuntos discutidos, enquanto os quadrados em branco representam assuntos aos quais o autor não teceu comentários.

#### **3.1 Aplicáveis a todos os tipos de junta de piso de concreto**

A Tabela 3 a seguir contempla as práticas citadas que podem ser aplicadas nos tipos de juntas em geral.



Tabela 3 – Análise das práticas aplicáveis para juntas em geral citadas pelos autores

FONTE: Autor (2018)

		Gasparetto & Rodrigues (1999)	Oliveira (2000)	Rodrigues (2006)	Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006)	Rodrigues (2008)	Ceccato & Gasparetto (2009)	Cristelli (2010)	Balleiro (2015)	Balbo (2009)	Soares (2017)
GERAL	NECESSIDADE DE DISPOSITIVO DE TRANSFERÊNCIA DE CARGA										
	DISPOSITIVO MACHO - FÊMEA										
	DIÂMETRO DAS BARRAS DE TRANSFERÊNCIA										
	ALTURA DA BARRA DE TRANSFERÊNCIA										
	ESPAÇAMENTO ENTRE BARRAS DE TRANSFERÊNCIA										
	SELAMENTO										
	TRÁFEGO DE RODAS RÍGIDAS										

Para o caso de transferência de cargas, 60% dos autores citam a execução do piso utilizando o método macho-fêmea para união das placas, porém, todos unanimemente, apontam uma melhor qualidade quando se utiliza barra de ligações na junção entre os placas, pois elas apresentam um melhor desempenho e controle de fissuração quando comparado ao sistema macho-fêmea.

Para barras de ligação 40% dos autores apontam a importância quando se trata do espaçamento entre elas, Gasparetto & Rodrigues (1999), Oliveira (2000) e Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006) afirmam que as barras devem ficar posicionadas a cada 30 cm de eixo a eixo, já Rodrigues (2008) fala que o espaçamento não pode ser superior a 60 cm, porém, não aponta o mínimo, enquanto os demais não se pronunciaram sobre o assunto.

Ainda sobre barras de ligação para transferência de cargas, os autores divergem sobre o dimensionamento da bitola da barra, Oliveira (2000) apresenta uma formula para calcular a área do aço a partir da força de arrancamento das barras, igual a força de retração, Rodrigues (2008) simplesmente aponta que as barras devem ser de diâmetro de 12,5 mm, porém, para Gasparetto & Rodrigues (1999) e Balleiro (2015) o dimensionamento das barras de ligação devem ser obtido entre a relação

do diâmetro das barras e a espessura do piso a ser executado através da Tabela 1 e 2 de recomendações da ACI e ou Balieiro (2015).

Alguns item não foram dado a devida importância pelos autores, quando se trata da posição da barra de transferência em relação a seção da placa por exemplo, apenas Botacini, Gaspareto & Rodrigues (2006) se atentaram ao assunto e apontaram que as barras devem ser posicionadas na altura média da seção do piso.

No âmbito de selamento de tais juntas, Gasparetto & Rodrigues (1999), Oliveira (2000), Rodrigues (2006), Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006), Cristelli (2010) e Balieiro (2015) comentam da necessidade de selamento e orientam como fazê-lo representando então 70% dos trabalhos analisados, sendo que o único material em comum em todos os trabalhos foi o poliuretano. 50% ainda ressaltam que caso exista tráfego de veículos com rodas rígidas, tal material não apresenta resistência suficiente para proteger as bordas da junta, sendo eles Gasparetto & Rodrigues (1999), Rodrigues (2006), Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006) e Balieiro (2015), ficando nesse caso orientada a utilização de resinas epoxídeas para o selamento, material recomendado em comum pelos autores.

### 3.2 Aplicáveis a juntas longitudinais

Já a Tabela 4 a seguir faz uma análise similar à Tabela 3, porém com práticas que se mostram presentes apenas na execução de juntas do tipo longitudinais.

Tabela 4 – Análise das práticas aplicáveis para juntas longitudinais citadas pelos autores

FONTE: Autor (2018)

		Gasparetto & Rodrigues (1999)	Oliveira (2000)	Rodrigues (2006)	Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006)	Rodrigues (2008)	Ceccato & Gasparetto (2009)	Cristelli (2010)	Balleiro (2015)	Balbo (2009)	Soares (2017)
LONGITUDINAL	ENGRAXAMENTO										
	ESPESSURA MÍNIMA DO PISO										
	POSICIONAMENTO DA JUNTA										

Para o âmbito de juntas longitudinais, 60% dos autores se atentaram quanto a espessura mínima que o piso industrial pode ter para que possa utilizar-se das barras de ligações como dispositivo de transferência de carga, Gasparetto & Rodrigues (2008), Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006) e Cristelli (2010) afirma que a espessura mínima do piso deve ser 15 cm, enquanto Balleiro (2015) faz referência a sua tabela, a qual apresenta a possibilidade da utilização de barras de transferências para piso com espessura mínima de 12,5mm. E Souza (2017) cita de 15 cm a 20 cm.

Apenas 40% citam o posicionamento e localização ideal para as execução das juntas de construção longitudinais, Rodrigues (2008), Cristelli (2010, apud Dal-Maso, 2008) e Balleiro (2015) recomendam que as juntas longitudinais devem ser evitadas nas áreas de tráfegos intenso de maquinários, Cristelli (2010, apud Dal-Maso, 2008) ainda recomenda que as juntas longitudinais de construção devem ser paralelas as estantes carregadas e distantes 15 cm dos montantes quando se trata de piso para grandes estoques.

No âmbito de engraxamento das barras de transferência, 30% dos autores – Rodrigues (2008), Balleiro (2015) e Balbo (2009) – citaram a importância do processo de engraxamento em pelo menos de 50% das barras de transferências.

### 3.3 Aplicáveis para juntas serradas

O mesmo trabalho foi realizado para as práticas que se mostram presentes para garantir a máxima eficiência de juntas serradas, a Tabela 5 apresenta tais práticas.

Tabela 5 – Análise das práticas aplicáveis para juntas serradas citadas pelos autores

FONTE: Autor (2018)

		Gasparetto & Rodrigues (1999)	Oliveira (2000)	Rodrigues (2006)	Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006)	Rodrigues (2008)	Ceccato & Gasparetto (2009)	Cristelli (2010)	Balleiro (2015)	Balbo (2009)	Soares (2017)
SERRADA	TEMPO DE CORTE	■		■	■		■	■	■	■	
	PROFUNDIDADE DO CORTE	■		■	■	■	■	■	■		
	ESPESSURA DO CORTE					■	■		■		

Para o caso de juntas serradas 70% dos autores supracitados, sendo Gasparetto & Rodrigues (1999), Rodrigues (2006), Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006), Ceccato & Gasparetto (2009), Cristelli (2010), Balleiro (2015) e Balbo (2009) se pronunciaram em relação ao tempo de corte das juntas após o lançamento do concreto, sendo este divergente entre os autores, o qual foi apontado entre 4 e 18 horas, aplicando-se uma média de 11 horas. Somente 30% dos autores ainda citam as razões das possíveis variações no tempo de corte da junta, sendo que Gasparetto & Rodrigues (1999) e Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006) concordam que ocorre a variação devido a temperatura ambiente, tipo de concreto adotado, relação água/cimento, tipos e dosagens de aditivos, ações dos ventos entre outros fatores. E segundo Balbo (2009), o corte não deve ser realizado quando o concreto apresenta-se muito fresco ainda, pois pode apresentar esborcinamento das juntas e soltura das partículas de agregado graúdo. Porém, se o corte for realizado muito tarde a massa de concreto já estará em processo avançado de secagem e ocorrerão fissuras paralelas ou diagonais às juntas.

Já para o caso da espessura do corte, apenas 30% dos autores ressaltaram a importância da mesma, sendo eles, Rodrigues (2008), Ceccato & Gasparetto (2009) e Balieiro (2015). A espessura de modo geral foi apontada de forma divergente pelos autores, ficando entre 3mm e 10mm, porém as três obras concordam que este denominador deve ser de no mínimo 3mm.

Para a profundidade do corte, 70% dos autores se pronunciaram. Sendo que para Gasparetto & Rodrigues (1999), Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006), Ceccato & Rodrigues (2009) e Cristelli (2010) a profundidade deve ser no mínimo de 40mm e de pelo menos 1/3 da espessura da placa.

### 3.4 Aplicáveis para juntas de encontro

Por fim no âmbito de juntas de encontro a Tabela 6 exemplifica as práticas encontradas nos autores em questão.

Tabela 6 – Análise das práticas aplicáveis para juntas de encontro citadas pelos autores

FONTE: Autor (2018)

		Gasparetto & Rodrigues (1999)	Oliveira (2000)	Rodrigues (2006)	Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006)	Rodrigues (2008)	Ceccato & Gasparetto (2009)	Cristelli (2010)	Balleiro (2015)	Balbo (2009)	Soares (2017)
ENCONTRO	SEPARAÇÃO DE PLACAS										
	DIMENSÃO										
	CAPUZ DE MOVIMENTAÇÃO										
	MATERIAL DE PREENCHIMENTO										

Para o caso de juntas de encontro ou expansão, 50% dos trabalhos atentam para a dimensão quanto à sua espessura, sendo eles Gasparetto & Rodrigues (1999), Oliveira (2000), Rodrigues (2006), Botacini, Gasparetto & Rodrigues (2006), Cristelli (2010) e Balieiro (2015), possuindo um valor aceitável em comum de 20 milímetros. Ressalva-se o fato de que para Cristelli (2010) e Basileiro (2015) tal dimensão é o limite

máximo do intervalo, possuindo um limite mínimo comum de 5 milímetros, sendo tais trabalhos coincidentemente apresentados à mesma instituição os autores mais recentes entre os selecionados, entende-se portanto como uma análise possivelmente mais rigorosa.

Na existência da necessidade de sistemas de transmissão de cargas entre elementos, 40% dos autores, sendo eles Gaspareto & Rodrigues (1999), Rodrigues (2006), Botacini, Gasparetto e Rodrigues (2008) e Cristelli (2010) atentam para a necessidade de um sistema que permita a movimentação do piso na direção do deslocamento, no caso apenas Rodrigues (2006) define qual material deve ser utilizado, entendendo-o como uma luva plástica tamponada, enquanto os outros três se abstêm de tecer comentários quanto a tal solução

Apenas Oliveira (2000), Cristelli (2010) e Balieiro (2015), que representam 30% dos autores, mencionam que o material de preenchimento deve possuir elevada resiliência, afim de não acabar existindo transmissão de tensões para os elementos, sendo que Balieiro (2015) exemplifica tais materiais como o isopor e a borracha.

### 3.5 Tratamento das juntas

No mercado de selantes, é disponibilizado uma vasta gama de materiais para preenchimento das juntas. Para solicitações de tráfego pouco intenso, existem as famílias dos moldados in loco e pré-moldados, este último sendo menos utilizado devido à pouca praticidade. Os pré-moldados são os preferidos, e geralmente são constituídos por poliuretano ou asfalto modificado, havendo ainda os diversos tipos de silicones. Para pavimentos sujeitos ao intenso tráfego de veículos, os únicos selantes que apresentam adequados as solicitações são os à base de: polissulfeto, uretano e epóxi. O teor de sólidos desses materiais deve ser de 100% (ACI,1996).

O tratamento das juntas, também conhecido como selagem de juntas, é realizado com técnicas variadas. A definição das aplicações e técnicas se dá em função da área de aplicação e tipo do piso industrial. Como materiais para tratamento podem ser utilizados o epóxi semirrígido, desde que a movimentação do piso seja compatível com a capacidade de deformação do selante e a argamassa epóxi (lábio polimérico) para reforço das bordas das juntas (TAMAKI, 2011).

### 3.6 Dimensionamento de placas

De acordo com Oliveira (2000), o método da PCA (Portland Cement Association), apresentado por Packard em 1976, é derivado de métodos utilizados para dimensionar pavimentos rodoviários e aeroportuários. Apesar disto, vale ressaltar que, a configuração das forças que solicitam os pisos de concreto é muito diferente dos carregamentos rodoviários e aeroportuários. O método da PCA – Packard (1976) é, constantemente, aplicado até os dias atuais no dimensionamento de pisos de concreto simples e com armadura distribuída (sem função estrutural), devido à facilidade de emprego, simplicidade das tabelas e gráficos e eficácia, largamente comprovada por diversos autores ao longo dos anos (RODRIGUES e GASPARETTO, 1999). O método da PCA (Packard, 1976) fornece ábacos para o dimensionamento da espessura das placas, onde as tensões foram determinadas com auxílio de um software – Computer Program for Airport Pavement Design (PACKARD, 1967), cujas especificações de projeto consistiam em módulo de elasticidade do concreto igual a 28 MPa e o coeficiente de Poisson igual a 0,15 (OLIVEIRA, 2000). Porém, de acordo com Oliveira (2000) apud Packard (1976), a influência do módulo de elasticidade e do coeficiente de Poisson nos valores das tensões é muito pequena. Neste método, adotou-se a hipótese de que as cargas atuam no interior da placa de concreto, isto é, não são consideradas bordas livres. Na prática, isto significa que é

obrigatório o emprego de mecanismos de transferência nas juntas, tanto nas de construção quanto nas serradas (RODRIGUES e GASPARETTO, 1999).

As tensões devidas às variações térmicas e retrações foram desprezadas. Vale ressaltar que, exceto em pavimentos estruturalmente armados, as tensões devidas à retração equivalem a um terço ou metade da tensão calculada (Packard, 1976 apud Oliveira, 2000). Destaca-se, segundo Oliveira (2000), que os ábacos apresentados pelo método da PCA (PACKARD, 1976) são limitados, pois não abrangem forças muito elevadas.

Para o dimensionamento da espessura ( $h$ ) de pisos de concreto e com armadura distribuída, quando submetidos às ações de empilhadeiras com eixo de rodagem simples, utiliza-se um ábaco – Dimensionamento da espessura ( $h$ ) para o tráfego de empilhadeiras de rodagem simples. Para dimensionamento das placas, calcula-se momento fletor máximo, tensão de tração na flexão máxima e deflexão máxima. Balbo (2009) realizou inúmeros trabalhos no campo dos pavimentos rodoviários de concreto, sendo os mesmos conhecidos e mencionados como referência a nível nacional e internacional. Entre eles, Balbo realizou diversas simulações das tensões de tração máximas, através das equações propostas pelo modelo analítico de Westergaard (1926) para pavimentos rodoviários de concreto simples. Balbo (2009) afirma que para uma mesma carga posicionada no interior, na borda e no canto da placa, infere-se que a carga de borda seria o caso mais crítico e a carga interior à placa o caso menos crítico.



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O presente capítulo apresentará as considerações finais dos autores e recomendações para possíveis futuros trabalhos.

### 4.6 Considerações Finais

Considera-se que os objetivos propostos no início do presente trabalho foram atingidos, uma vez que as práticas que obtiveram ao menos 50% de representatividade foram consideradas como principais, sendo elas:

- i. Necessidade da existência de dispositivos de transferência de carga quando houver tráfego de veículos sobre a junta;
- ii. Não utilização do sistema de transferência de carga conhecido como “macho-fêmea”, ficando recomendado o uso de barras de transferência;
- iii. Dimensionamento da bitola das barras de transferência em relação a espessura do piso de concreto;
- iv. Disposição das barras de transferência com espaçamento de 30 centímetros;
- v. Tratamento das juntas em pisos de concreto com material selante, ficando como material recomendado o poliuretano;
- vi. Utilização de resina epóxi para tratamento da junta caso exista tráfego de equipamentos com rodas rígidas;
- vii. Utilização de barras de transferência apenas em pisos que possuam espessura igual ou superior a 15 centímetros;
- viii. Tempo de corte das juntas serradas de aproximadamente 11 horas após o lançamento do concreto;

- ix. Profundidade do corte de juntas serradas de no mínimo 40 milímetros ou pelo menos um terço da espessura da placa;
- x. Não utilização de juntas de encontro para a separação de placas de piso de concreto;
- xi. Espessura da junta de encontro com dimensão de 20 milímetros;
- xii. Aplicação de um sistema que permita a movimentação da placa de piso de concreto na direção do deslocamento em juntas de encontro, ficando recomendado a utilização de luva plástica tamponada;

As práticas acima foram entendidas como principais através dos parâmetros de análise estabelecidos pelos autores, ainda ficando entendidas como imprescindível a necessidade de dispositivos de transferência de carga, a não utilização do dispositivo macho-fêmea, o selamento de juntas, o tempo e a profundidade do corte das juntas serradas, uma vez que tais práticas se mostraram presentes em 75% ou mais dos trabalhos.

Entendeu-se ainda que o engraxamento e a altura quanto ao posicionamento das barras de transferência, o posicionamento das juntas longitudinais, a espessura do corte de juntas serradas e o material de preenchimento de juntas de encontro não se mostraram tão relevantes uma vez que não foram mencionadas em pelo menos 50% dos autores.

O presente trabalho apresentou os métodos que se mostraram mais presentes nas literaturas estudadas, é preciso ser levado em consideração que cada caso específico de piso industrial de concreto apresenta suas próprias particularidades que devem ser estudadas para poder se decidir o que se mostra mais relevante em cada caso.

Diferentes documentos certas vezes apresentaram recomendações diversas para situações semelhantes, em virtude dessas inconformidades e na falta de uma norma regulamentadora própria, se

torna necessária a interpretação por parte do leitor de qual recomendação e fonte o mesmo acredita mais confiável.

Há necessidade de testes para comprovação das recomendações citadas, as normas brasileiras parecem se atentar pouco sobre os assuntos de juntas em pisos de concreto, uma vez as práticas listadas não são encontradas em normas.

#### 4.7 Recomendações para trabalhos futuros

Uma vez que o presente trabalho se referenciou apenas em bibliografias nacionais, fica recomendado o estudo similar com referência a bibliografias internacionais.

Fica recomendado também o estudo mais aprofundado para cada tipo de junta separadamente, bem como desenvolver um manual para a execução passo a passo de cada tipo de junta.

Existem tipos de juntas que não são referentes a pisos de concreto, como por exemplo juntas em fachada, estruturais e em pavimentos asfálticos, representando assim um assunto em potencial.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI 302.1 R-96: **Guide to Concrete Floor and Slab Construction**. ACI Committee 302 S.I. 1997

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento, Rio de Janeiro, 2014.

BALBO, J. T. **Contribuição à análise estrutural de reforços com camadas ultradelgadas de concreto de cimento Portland sobre pavimentos asfálticos (*whitetopping ultradelgado*)**. Tese de Doutorado apresentado à Escola Politécnica da USP. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1999.

BALIEIRO, L. D. O. **Soluções para pisos industriais em concreto armado**. Belo Horizonte, 2015.

BOTACINI, S. M; GASPARETTO, W. E. & RODRIGUES, P.P.F. **Manual Gerdau de pisos industriais**. Ed. PINI, 1ª ed., SP, 2006.

CASSARO, C.F & RODRIGUES, P.P.F: **Pisos industriais de concreto armado**. Instituto Brasileiro de Telas Soldadas, IBTS, 1998;

CHODOUNSKY, Marcel Aranha. **Pisos Industriais de Concreto: aspectos teóricos e construtivos**. São Paulo: Reggenza, 2007.

CRISTELLI, Rafael. **Pavimentos industriais de concreto – Análise do sistema construtivo**. Belo Horizonte, 2010

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. NORMA DNIT 092/2006 – **Juntas de dilatação – Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro, 2006;

GASPARETTO, W.E. & RODEIGUES P. P. F. **Juntas em pisos industriais de concreto**. Editora PINI, 1999, Disponível em: < <http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/juntas-em-pisos-industriais-de-concreto-85184-1.aspx> > Acesso em: 13 julho 2016.

GASPARETTO, W.E. & CECCATO, M.R. **Execução de Juntas de Piso de Concreto** Editora PINI, 2009, Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/151/melhores-praticas-execucao-de-juntas-de-piso-de-concreto-285780-1.aspx> > Acesso em: 23 agosto 2017.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010

OLIVEIRA, P.L. **Projeto estrutural de pavimentos rodoviários e pisos industriais de concreto**. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2000.

PACKARD, R. G.. **Slab thickness design for industrial concrete floors on grade**. IS195.01D, PCA, Skokie, IL, USA, 1976.

PITTA, M. R. **Materiais para Pavimentos de Concreto Simples**. Livro Técnico 7, Revisão 12, Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo, 2011.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. **Thickness design for concrete pavements**. HB-35, Chicago, 1966.

RODRIGUES, P. P. F. **Projetos e critérios executivos de pavimentos industriais de concreto armado**. São Paulo, 2006.

RODRIGUES, L. F. **Juntas em pavimentos de concreto. Dispositivos de transferências de cargas**. São Carlos, 2008.

RODRIGUES, P. P. F.; GASPARETTO, W. E.. **Juntas em pisos industriais**. In: Anais do 41º Congresso Brasileiro do Concreto. Salvador, 1999.

SOARES, R. G. P. **Análise dos fatores intervenientes da fissuração de placa de piso de concreto apoiada sobre lajes de concreto armado**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste, Caruaru/PE, 2017.

TAMAKI, Luciana. **Reforço de Fibras**. Revista Técnica PINI 170ª Ed.; São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/163/como-construir-piso-industrial-de-concreto-reforcado-com-fibras-285827-1.aspx>>. Acesso em 06/06/2018.

WESTERGAARD, H. M.. **Theory of concrete pavement design**. In Proceedings Highway Research Board, USA, 1927.