Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2018

Abril de 2018

TRATAMENTO DE TRINCAS E FISSURAS EM PISOS DE CONCRETO

J. ELDE
Estudante
Universidade Católica de Brasília
Brasília / DF; Brasil
jose.elde@hotmail.com

N. ARAÚJO
Estudante
Universidade Católica de Brasília
Brasília / DF; Brasil
boaventura.nathalia@gmail.com

K. SOUSA
Estudante
Universidade Católica de Brasília
Brasília / DF; Brasil
karinalda1@hotmail.com

T. MOURA
Estudante
Universidade Católica de Brasília
Brasília / DF; Brasil
thiago.moura1706@gmail.com

P. ALVES
Estudante
Universidade Católica de Brasília
Brasília / DF; Brasil
paulo.a@hotmail.com

N. ALVES
Professor
Universidade Católica de Brasília
Brasília / DF; Brasil
nielsenalves@terra.com.br

RESUMO

Entende-se por pisos de concreto, elementos estruturais que possuem a finalidade de resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais provenientes dos carregamentos neles aplicados, tais como: movimentação de cargas, pessoas e equipamentos. Ainda que executados com os métodos construtivos necessários para o devido funcionamento da estrutura, ocorre o aparecimento de trincas e fissuras oriundas de múltiplas causas dentre elas: sobrecargas, retração plástica, tensões térmicas e até mesmo falhas executivas. Essas trincas e fissuras podem afetar tanto nos aspectos estéticos quanto estruturais, como durabilidade e a monoliticidade. Apesar da notável frequência do aparecimento de trincas e fissuras em pisos de concreto, percebe-se uma carência de estudos e a ausência de normatizações para o tratamento desse tipo de patologia no Brasil. Dessa forma, as medidas corretivas realizadas, geralmente não padronizadas, geram incertezas na eficiência dos processos empregados. Notoriamente, as práticas de tratamento utilizadas no mercado, consistem na utilização de uma máquina de corte semicircular sobre a linha de fissuração no piso, criando uma geometria para o preenchimento posterior com graute. Portanto, o objetivo do estudo realizado foi sugerir uma alternativa de padronização para essas práticas, indicando a melhor geometria do corte e o melhor material gráutico.
Palavra-Chave: Piso de concreto, Tratamento, Fissura, Graute, Trinca.

ABSTRACT

Concrete floors are understood as structural elements that have the function to resist and distribute to the subbase the vertical efforts from the loads applied thereto, such as handling of loads, people and equipment. Although executed with the necessary constructive methods for the proper functioning of the structure, occurs the appearance of fissures and cracks from multiple causes, including overloads, plastic retraction, thermal stresses and even executive failure. Those cracks and fissures can affect both aesthetic and structural aspects, as durability and monolithicity. Despite the remarkable frequency of fissures and cracks on concrete floors, there is a lack of studies and the absence of standardization for the treatment of type of pathology in Brazil. Thus, the corrective measures carried out, generally non-standardized generate uncertainties in the process efficiencies employed. Notably, the treatment practices used in the market consist in the use of a semi-circular cutting machine on the floor cracking line, creating a geometry for later filling with grout. Therefore, the objective of the study was to suggest an alternative of standardization for these practices, indicating the best cutting geometry and the best grout material.
Keywords: Concrete floor, Treatment, Fissure, Grout, Crack.

1. INTRODUÇÃO

Pisos são considerados por muitos a etapa de acabamento da obra. Ao se falar no assunto, geralmente são associados diretamente com revestimentos cerâmicos, mas inúmeros são os tipos de revestimentos, entre eles pisos de concreto. (SALGADO, 2012).

Os pisos de concreto são elementos estruturais que possuem a finalidade de resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais provenientes dos carregamentos neles aplicados, tais como: movimentação de cargas, pessoas e equipamentos.

Sabe-se que o concreto é um material com alta resistência à compressão e menor resistência à tração. O concreto é empregado em vários tipos de construções pelas suas vantagens, entre elas, pode-se citar a sua moldabilidade, resistência ao fogo, às influências atmosféricas e ao desgaste mecânico. (LEONHARDT, 2008. ADÃO, 2010).

Os pisos de concreto do último subsolo são executados, na maioria das vezes, pouco tempo antes da entrega da obra, o que geralmente leva à falhas executivas pela rapidez em se realizar tal serviço. Além disso, são poucas as obras que possuem projetos específicos para essa região, o que torna a execusão dos mesmos, sem critérios técnicos, baseados apenas nas experiências dos profissionais envolvidos.

O concreto endurecido pode sofrer deformações que podem ser divididas em três tipos: elásticas, plásticas e em função do tempo e clima. A última distingue-se ainda em: retração e expansão, deformação lenta e deformação lenta recuperável. As elásticas podem ser devidas a carregamento ou temperatura – não existindo mais com a retirada do carregamento. Já as plásticas, devidas às cargas elevadas e de curta duração, não desaparecendo com a retirada da carga. (LEONHARDT, 2008).

Ou seja, ainda que executados os métodos construtivos necessários para o devido funcionamento da estrutura, podem ocorrer o aparecimento de trincas e fissuras oriundas de múltiplas causas (sobrecargas, retração plástica, tensões térmicas, entre outras).

Segundo a NORMA DNIT 083 (2006) as trincas e fissuras são fenômenos próprios e inevitáveis do concreto e que podem se manifestar em cada uma das três fases de sua vida: fase plástica, fase de endurecimento e fase de concreto endurecido.

Essas trincas e fissuras podem afetar não só na aparência do piso, como podem indicar uma redução da durabilidade ou um comprometimento estrutural significativo quanto à monoliticidade.

A restauração de pisos que apresentam esses tipos de formação são estritamente necessárias a fim de restabelecer ou incrementar sua capacidade estrutural. Porém, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) não estabelece nenhuma norma regulamentadora que auxilie os profissionais do ramo da engenharia civil a realizarem o tratamento de fissuras em piso de concreto. Logo, os profissionais acabam utilizando de métodos empíricos para solucionar tal problema.

Essas trincas e fissuras são tratadas com diversos materiais, tais como: endurecedor de superfície, argamassa estrutural, material epóxi, argamassa poliméricas, argamassas cimentícias, selante de poliuretano, entre outros.

Uma dessas técnicas de restauração trata-se do corte longitudinal dessa fissura, formando uma cavidade, e do posterior preenchimento com Graute, a fim de restituir e garantir a monoliticidade da região.

Nesse contexto, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a influência do tipo de corte para a formação da cavidade e também o graute utilizado para o preenchimento no tratamento das trincas e fissuras em piso, descrevendo então, a melhor opção de recuperação dessa manifestação patológica em pisos de concreto.

2. METODOLOGIA

Tendo em vista que em um piso de concreto, independente da sua resistência à compressão, se houver presença de alguma trinca ou fissura o tratamento desta patologia somente será eficaz se realmente conseguir reestabelecer a monoliticidade da peça.

Partindo desse princípio, com a finalidade de representar um piso de concreto, foram produzidas 12 placas de concreto com tamanho de 40x40x10 cm e com uma resistência à compressão estimada de 35 MPa.

Para simular o tratamento das fissuras, foram executados cortes nas placas de concreto com uma profundidade de 20 mm utilizando uma serra circular. Nesta etapa a geometria do corte também foi definida, podendo ser trapezoidal (Figura 1), retangular (Figura 2) ou triangular (Figura 3). Assim, 4 placas receberam tratamento com o corte retangular, 4 com o corte triangular e por fim, 4 com o corte trapezoidal, totalizando as 12 placas para os devidos ensaios.

Figura 1 - Corte de tratamento tipo trapezoidal.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 2 - Corte de tratamento tipo retangular.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 3 - Corte de tratamento tipo triangular.



Fonte: Autores, 2016.

Logo depois de realizados os cortes, estes foram tratados utilizando 2 marcas diferentes de grautes: Bautech e Sika, sendo que, para cada uma destas marcas foram utilizadas as linhas de consistência tixotrópico e flúido. O preparo de cada material e sua respectiva aplicação seguiu as especificações do produto (Figura 4 a 7). A Tabela 1 define qual tipo de corte e qual tipo de graute cada placa recebeu em seu tratamento:

Tabela 1 – Sequência da metodologia de ensaio.

Amostra	Tipo de Corte	Graute	Consistência
1	Triangular	Sika	Tixotrópico
2	Triangular	Sika	Flúido
3	Triangular	Bautech	Tixotrópico
4	Triangular	Bautech	Flúido
5	Retangular	Sika	Tixotrópico
6	Retangular	Sika	Flúido
7	Retangular	Bautech	Tixotrópico
8	Retangular	Bautech	Flúido
9	Trapezoidal	Sika	Tixotrópico
10	Trapezoidal	Sika	Flúido
11	Trapezoidal	Bautech	Tixotrópico
12	Trapezoidal	Bautech	Flúido

Fonte: Autores, 2016.

Figura 4 - Tratamento das fissuras.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 5 - Tratamento das fissuras



. Fonte: Autores, 2016.

Figura 6 - Tratamento das fissuras.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 7 -1 Placa de concreto após o tratamento da fissura.



Fonte: Autores, 2016.

Com o tempo de espera de cada material respeitado, uma serra-copo foi utilizada para extrair 1 corpo de prova de 8 das 12 placas (1,2,4,5,7,10,11 e 12), para que o teste de resistência à compressão pudesse ser realizado. Essa extração ocorreu em uma região onde houve o tratamento da fissura/trinca, de modo que pudesse avaliar se o procedimento de fato reestabeleceu a monoliticidade da peça naquela região. As figuras de 8 a 11 demonstram como foram realizadas as extrações e as identificações dos corpos de prova, além de mostrar como ficaram as placas após este procedimento:

Figura 8 - Extração do corpo de prova.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 9 - Corpo de prova cilíndrico prismático extraído da placa.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 10 - Corpos de prova identificados.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 11 - Placas após extração dos corpos de prova.



Fonte: Autores, 2016.

Cada um dos corpos de prova extraídos passaram por ensaio para determinação da resistência característica à compressão do concreto de corpo-cilíndrico com parâmetros definidos na NBR 5739/2007.

As 4 placas restantes (3,6,8 e 9), selecionadas de forma aleatória, foram divididas em 2 partes e submetidas a ensaio de compressão (Figura 12). O ponto de aplicação de carga foi direcionado para a região onde também havia passado por tratamento. Para a realização do ensaio, a placa foi colocada entre 2 peças circulares de metal que serviu de base para a aplicação das cargas (Figura 13). Desta forma criou-se uma área para a aplicação do teste de compressão na zona tratada.

Figura 12 - Placa após ser submetida ao ensaio de compressão.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 13 – Base de metal circular para o ensaio de compressão nas placas de concreto tratadas.



Fonte: Autores, 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto a resistência do concreto, verificou-se, aos 14 dias de cura, com ensaio de compressão, que todas as placas de concreto antes de passarem pelo tratamento, já haviam atingido uma resistência de 35 MPa. Sendo assim, não foi necessário o rompimento aos 28 dias, uma vez que todas as placas foram validadas para análise de tratamento de fissuras.

Com a garantia de que o concreto produzido atendeu a capacidade estimada, os corpos de prova retirados das placas com fissuras tratadas, que atingiram uma resistência à compressão menor do que as suas respectivas placas, indicaram que o tipo de corte ou o material de preenchimento aplicado contribuíram para a redução da resistência do mesmo.

Assim, aqueles que tiverem um resultado menor que 35 Mpa nos testes de resistência à compressão, podem ser classificados como tratamento ineficaz, uma vez que não conseguiram reestabelecer a monoliticidade da peça tratada.

3.1. Resistência à compressão das amostras

A resitência à compressão das amostras, foi calculada segundo a fórmula disposta na NBR 5739/2007, no item 6.1.1, onde pode ser obtida através da seguinte expressão:

$$f_c = \frac{4 \times F}{\Pi \times D^2} \quad (1)$$

Onde:

f_c = é a resistência à compressão, em megapascais;
F = é a força máxima alcançada, em newtons;
D = é o diâmetro do corpo-de-prova, em milímetros.

Contudo, a norma prevê no item 6.1.2 que em se tratando de corpos de prova com relação *h/d* (altura/diâmetro) menor do que 1,94 deve-se multiplicar a força F pelo fator de correção correspondente a relação encontrada, conforme tabelado na norma e apresentado a seguir na tabela abaixo:

Tabela 2 – Fator de correção *h/d*.

Relação *h/d*	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00
Fator de correção	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87

NOTA: Os índices correspondentes à relação *h/d* não indicada podem ser obtidos por interpolação linear, com aproximação de centésimos.

Fonte: ABNT NBR 5739, 2007.

Realizando a interpolação linear podemos encontrar o fator de correção necessário para determinar a verdadeira resistência à compressão das amostras analisadas. A interpolação linear entre dois pontos (Xa, Ya) e (Xb, Yb) pode ser deduzida usando-se proporcionalidade:

$$\frac{y - y_0}{x - x_0} = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} \quad (2)$$

Daí:

$$y = y_0 + (y_1 - y_0)\frac{x - x_0}{x_1 - x_0} \text{ em um ponto } (x, y).$$

Onde, neste caso:

$x =$ é o valor de entrada referente a relação *h/d* no eixo das abscissas;
$y =$ é o valor obtido referente ao fator de correção no eixo das coordenadas;
$x_0 =$ é o valor mínimo representado no eixo das abscissas;
$y_0 =$ é o valor mínimo representado no eixo das coordenadas;
$x_1 =$ é o valor máximo representado no eixo das abscissas;
$y_1 =$ é o valor máximo representado no eixo das coordenadas.

Assim, a resistência à compressão das amostras será o produto obtido através da equação 1 e a equação 2. A Tabela 3 apresenta a relação *h/d* (altura/diâmetro) de cada amostra, além de definir o valor encontrado para o fator de correção usando a proporcionalidade, bem como os valores já corrigidos da resistência à compressão:

Tabela 3 – Resultados da resistência das amostras.

Amostra	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Força (N)	Resistência Média encontrada (MPa)	Relação *h/d*	Fator de Correção	Resistência à Compressão corrigida (Mpa)
1	94,62	100,45	176000	25,500	1,062	0,884	22,565
2	94,00	100,02	223650	32,230	1,064	0,885	28,536
3	89,98	100,65 100,65	185000 230000	29,080	1,119	0,898	26,131
4	93,08	100,28	183650	26,990	1,077	0,888	23,981
5	93,31	99,72	299600	43,810	1,069	0,886	38,842
6	89,98	101,03 101,03	220000 250000	39,300	1,123	0,889	34,957
7	93,02	101,33	254400	37,090	1,089	0,891	33,062
8	89,98	99,97 99,97	305200 305000	47,950	1,111	0,896	42,992
9	89,98	100,81 100,81	180000 260000	40,870	1,120	0,898	36,734
10	93,38	99,72	225200	32,880	1,068	0,886	29,145
11	93,02	100,11	256400	37,730	1,076	0,888	33,512
12	93,29	101,23	290800	42,540	1,085	0,890	37,878

Fonte: Autores, 2016.

3.2. Análise do tipo de corte

Para cada geometria analisada, foi realizada a média ponderada descrita pela equação 3, obtendo-se o valor médio de resistência à compressão. Os resultados são demonstrados na Tabela 4.

$$Rm = \sum(Ai \cdot Ri) / \sum(Ai) \quad (3)$$

Onde:
Rm = resistência média das amostras analisadas, em megapascais;
Ai = área da amostra analisada, em metros quadrados;
Ri = resistência da amostra analisada, em megapascais.

Tabela 4 – Resistência média à compressão para cada tipo de corte.

Tipo de corte	Resistência Média (MPa)
Triangular	25,296
Retangular	37,405
Trapezoidal	34,273

Fonte: Autores, 2016.

Observando a resistência dos 3 tipos de cortes diferentes citados acima, pôde-se admitir que houve uma ineficácia quanto ao reestabelecimento da monoliticidade da peça com a utilização do corte de tipo triangular, uma vez que não foi capaz de atingir o valor esperado da resistência à compressão original, que era de 35 MPa.

Em contrapartida, a adoção dos cortes de tipo retangular e trapezoidal foram considerados nesta análise como eficientes, pois tiveram resistências consideráveis acima do mínimo esperado da peça antes de passar pelo tratamento.

3.3. Análise do tipo de material

Semelhante ao procedimento aplicado para analisar o tipo de corte mais eficiente, foi realizada à análise dos materiais utilizando também da equação 3. Os resultados estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Resistências médias à compressão para cada material.

Graute	Consistência	Resistência Média (MPa)
Bautech	Tixotrópico	31,012
	Flúido	31,812
Sika	Tixotrópico	32,586
	Flúido	30,770

Fonte: Autores, 2016.

Como os resultados das resistências médias dos materiais ficaram próximas da resistência original da placa ensaida, pôde-se concluir nessa análise, que o material exerce de pouca influência na resistência dos corpos de prova tratados. Ou seja, não há problema em utilizar qualquer um dos materiais analisadas para o tratamento patológico de fissuras ou trincas em piso de concreto.

3.4. Análise do tipo de ruptura

Para realmente poder concluir qual o tratamento é de fato eficiente, foi necessário analisar o formato do tipo de ruptura formada nos corpos de prova durante o ensaio de resistência à compressão citados na NBR 5739/2007.

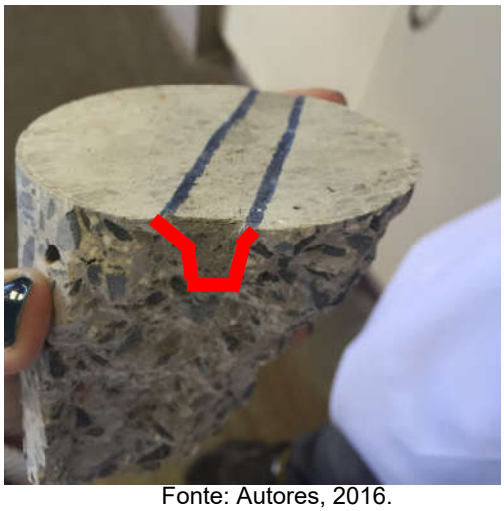
Foi verificado que os corpos de prova cilíndricos primáticos que receberam o tratamento com tipo de corte retangular e trapezoidal apresentaram um formato de ruptura do tipo cisalhada ao longo de sua estrutura. Percebeu-se então, que esses tipos de tratamento ajudaram realmente a reestabelecer a monoliticade da peça, uma vez que o cisalhamento não ocorreu na zona tratada. A ruptura cisalhada pode ser observada na comparação feita nas figuras 14 e 15:

Figura 14 – Corpo-de-prova antes do rompimento.



Fonte: Autores, 2016.

Figura 15 – Corpo-de-prova depois do rompimento.



Fonte: Autores, 2016.

Os corpos de prova cilíndricos e prismáticos com o tratamento realizado através do corte de tipo triangular apresentaram formato de ruptura colunar. Este formato indica possíveis alterações na monoliticade da peça, colocando em suspeita a eficácia do tratamento.

4. CONCLUSÃO

Foi concluido que, após os ensaios realizados, observou-se que a maioria dos tratamentos utilizados atingiram resultados notáveis quanto à recuperação da monoliticidade das placas. Em contrapartida, percebeu-se que a escolha da geometria pode interferir significativamente na qualidade do tratamento da patologia em questão, independente da marca utilizada e do tipo de graute escolhido.

Observando as 3 análises (por geometria, por material e por tipo de ruptura), infere-se que a melhor forma de tratamento foi àquela que apresentou resultados superiores as demais. Ou seja, segundo os dados amostrados, a melhor maneira de tratar essa patologia seria pela adoção do corte em formato retangular e do seu preenchimento com graute da Sika de consistência tixotrópica.

Assim, um tratamento eficaz de trincas ou fissuras em pisos de concreto não depende da marca de graute escolhido e nem do seu tipo de consistência. O que realmente irá determinar um resultado superior e aceitável será quanto ao formato adotado para introdução do material gráutico.

5. REFERÊNCIAS

ADÃO, Francisco Xavier; HEMERLY, Adriano Chequetto. **Concreto armado:** Novo milênio. Cálculo prático e econômico. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 224 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR: 5739** – Concreto – Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos. São Paulo, 2007. 9 p

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2006. 504 f.

Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos** – 2. Ed. – Rio de Janeiro, 2005. 310p.

KOLF, Peter; WILLEMS, Terry. **How to fix concrete.** Disponível em: <http://lmcc.cyberlaunch.net/concrete_news/1108/how-to-fix-concrete.asp>. Acesso em: 22 mar. 2016.

LEONHARDT, Fritz; MONNIG, Eduard. **Construções de concreto, vol.1:** Princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 336 p. Tradução: David Fridman. Revisão: João Luis Escoteguy Merino e Pedro Paulo Sayão Barreto.

MEDEIROS, Arthur. **APLICAÇÃO DO ULTRA-SOM NA ESTIMATIVA DA PROFUNDIDADE DE FENDAS SUPERFICIAIS E NA AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DE INJEÇÕES EM ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO.** 2007. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 083/2006 – ES -** Tratamento de trincas e fissuras – Especificação de Serviço. 2006. 9p.

RECUPERAÇÃO NO CHÃO: Técnicas e produtos para restaurar pavimentos variam de acordo com o tipo de patologia. Confira as dicas de especialistas. [S. l.]: Téchne, jan. 2010. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/154/artigo286669-1.aspx>. Acesso em: 23 mar. 2016.

SALGADO, Júlio César Pereira. **Técnicas e práticas construtivas para edificações.** 2. ed. São Paulo: Érica, 2009. 320 p.