

# PATOLOGIA DELAMINAÇÃO EM PISO INDUSTRIAL

Júlio César Araújo Viana

Prof. Me. Laisa Cristina Carvalho

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar a solução da patologia delaminação detectada no piso industrial na cidade de Pouso Alegre - Minas Gerais. A análise comprovou a patologia delaminação e com o apicoamento, lixamento e a aplicação dos produtos com base epóxi, o piso em questão foi aprovado no teste de nivelamento e planicidade exigido pelo projeto. Com isso podemos concluir que as condições climáticas, início de pega e uma mão de obra qualificada é de suma importância para uma execução de boa qualidade.

**Palavras-chave:** Delaminação. Patologia. Piso industrial.

## 1. INTRODUÇÃO

Faz-se necessário especificar, planejar, projetar e executar um piso industrial de concreto, que seja resistente e que se mantenha estrutural, funcionalmente estável e que tenha uma ótima qualidade.

Este trabalho irá abordar de forma abrangente as principais patologias que pode ocorrer nesse tipo de piso, com foco na delaminação que é considerado uma patologia, encontrada nas camadas superficiais do concreto.

A manifestação patológica apresentada em um piso industrial na cidade de Pouso Alegre - Minas Gerais acarretou na perda de funcionalidade, no comprometimento da operação de carga e na estética. Ainda é notório o efeito progressivo da patologia delaminação, após o processo de deterioração se não for corrigido no tempo hábil.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Nazário e Zancan (2011), “o termo patologia, que é derivado do grego (pathos – doença, e logia – ciência, estudo) e significa estudo da doença. Na construção civil pode se atribuir patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações.” Os danos na edificação podem aparecer de várias formas. Fonseca (2013) discorre que “essas patologias podem se manifestar de diversas formas: trincas, fissuras, rachaduras, entre outras. Por ser encontrada em diversos aspectos, recebe o nome de manifestações patológicas .”

Segundo a Anapre (2014), o surgimento de patologias nos pisos de concreto está associado a um conjunto de fatores, desde a concepção do projeto até a utilização final do piso. São citados os seguintes itens: Falta de projeto; Especificações inadequadas; Foco na redução de custo e não na qualidade; Falta de controle tecnológico; Procedimentos executivos inadequados; Contratos inadequados; Mau uso; Ausência de normas (CRISTELLI, 2010).

Dentro de possibilidades de consequências que as patologias podem ocasionar em manifestações nos pisos, Cristelli (2010) mostra o aumento dos custos com diversos fatores, como a manutenção dos equipamentos, redução da produção, restrição de operações de carga e contaminações generalizadas (CRISTELLI, 2010). Segundo Cristelli (2010), “os custos envolvidos para recuperação são bastante elevados, e que em muitos casos se equiparam ao custo de produção de um novo piso.”

As patologias associadas a projeto, execução e operação de pisos de concretos são muitas e ocorrem por vários motivos. A seguir serão abordadas algumas patologias, suas causas, formas de prevenção e recuperação.

### 2.1 Delaminação

A patologia denominada delaminação é identificada pelo destacamento da camada superficial do acabamento, cuja espessura varia de 2 mm a 4 mm, sua causa e o selamento

superficial prematuro que impede a exsudação da água do concreto, gerando pressões internas na camada impermeável de selante (CRISTELLI, 2010).

Para a prevenção dessa patologia temos que ter controle da “umidade do substrato (placa de concreto) antes de aplicação de materiais formadores de filme impermeável” (CRISTELLI, 2010). O tratamento da patologia é com argamassas poliméricas ou cimentícias modificadas com polímeros. Para o tratamento da delaminação, deve-se efetuar o “recorte da área danificada, regularização da superfície, aplicação de um primer e argamassa, realizar o processo de cura e executar o lixamento se necessário (CRISTELLI, 2010).”

## 2.2 Desgaste Superficial

A patologia denominada desgaste superficial é identificada pelo desprendimento do “material superficial do piso, grãos de areia e pó de cimento” (CRISTELLI, 2010). Sua causa é a utilização de concreto de “baixa resistência, tratamento superficial incorreto, concreto com exsudação excessiva ou cura inadequada, ataques químicos e má utilização do piso” (CRISTELLI, 2010). Segundo Cristelli (2010), “para a prevenção dessa patologia é necessário obter o controle dos processos executivos de acabamento, cura e tratamento superficial do concreto, a sua recuperação faz-se necessário o fechamento da porosidade superficial através de aplicação de endurecedor em duas demãos.”

## 2.3 Manchas

A patologia denominada manchas pode ser identificada pela formação de descoloração no concreto, alterando sua cor padrão, proveniente dos processos de hidratação e carbonatação do concreto (CRISTELLI, 2010).

Sua causa se dá pelo atraso no processo de concretagem assim causando a pega do concreto de forma diferenciada, também pode ser ocasionada pela diferença de rotação dos caminhões betoneiras e pelo processo de cura realizado de forma incorreta.

Para sua prevenção devemos realizar uma placa teste para obtermos uma melhor noção se a dosagem do concreto está correta, se a resistência do concreto está de acordo com a solicitação de projeto e se a equipe de execução está apta a realizar o processo.

Com o mapeamento da placa podemos identificar quais locais precisam de recuperação se a placa não atingir a coloração correta, após a confirmação que a coloração está diferente com a desejada, pode se realizar uma pintura de resistência compatível com as atividades que serão realizadas.

#### 2.4 Fissuras de retração

A patologia denominada fissuras de retração é identificada por fissuras regulares nas placas concretadas geralmente paralelas às juntas serradas. Sua causa se dá pelo atraso no corte das juntas. A retração hidráulica na cura do concreto não é absorvida pelas juntas, impedindo sua movimentação durante o período de pega, reforço insuficiente ou restrição à movimentação da placa, deficiências no preparo ou especificação de tratamento da base. Sua prevenção se dá em executar o corte das juntas no intervalo entre 4 e 12 horas após o lançamento do concreto. O tempo de pega é variável em função do tipo de concreto utilizado. Após a pega, executar imediatamente, detalhamento das juntas e mecanismos de transferência de carga devidamente dimensionados e posicionados, procedimento criterioso de execução com base no projeto (atenção aos aspectos de caracterização da capacidade de suporte do solo e tratamento adequado das sub bases) (CRISTELLI, 2010).

#### 2.5 Deslocamento (corrosão das armaduras)

A patologia denominada deslocamento (corrosão das armaduras) é identificada pelo deslocamento da camada superficial do concreto. “Sua causa se dá pela penetração de cloretos e dióxidos de carbono, nas placas do piso causando despassivação das armaduras (CRISTELLI, 2010).”

Para prevenir essa patologia faz se necessário a execução do cobrimento do concreto adequada e uma vibração adequada do concreto. “O tratamento contra umidade é a instalação de barreira de vapor, selamento das juntas e critérios na seleção dos métodos e materiais de acabamento superficial (CRISTELLI, 2010).”

Sua recuperação se dá pela delimitação da área afetada, pela remoção do concreto danificado e terá que ser realizado a limpeza das superfícies para a aplicação de argamassa de alto desempenho após isso realizar o processo de cura adequado.

## 2.6 Bolhas

A patologia denominada bolhas é identificada pela formação de bolhas na superfície e pelo deslocamento do revestimento quando submetido a tráfego intenso.

Sua causa se dá pela presença de líquidos ou gases vindo da sub-base, pelo erro na dosagem do concreto ou quando ocorre presença de agentes contaminantes, como óleos e produtos químicos variados.

Para sua prevenção se dá pela instalação de sistema de drenagem eficiente, realizando a utilização de lona como barreira de vapor.

Para sua recuperação o revestimento danificado deve ser removido totalmente, o piso deverá ser apicoado para receber um novo revestimento para pisos recém executados.

Cristelli (2010) afirma que “sua prevenção se dá pela instalação de sistema de drenagem eficiente, utilização de sub-base granular e barreira de valor com filme de polietileno.”

## 2.7 Trincas e Fissuras

Cristelli (2010) afirma que “A patologia denominada trincas e fissuras se dá pelo aparecimento de trincas e fissuras na superfície do revestimento.”

Sua causa é gerada pela movimentação excessiva da placa de concreto, pelo assentamento do material do sub-base, pelo tratamento inadequado das juntas de dilatação.

Sua prevenção se dá pelo controle da qualidade da execução da sub-base e pelo tratamento específicos das juntas.

Já sua recuperação se dá através da criação de juntas ao longo de toda fissuração aparente assim fazendo com que a placa realize a movimentação independente dos dois panos, para isso deve realizar cortes de 5 cm para cada lado da fissura ou trinca depois desse processo realizar o preenchimento do local com argamassa epóxi de alta resistência.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

A pesquisa foi realizada na cidade de Pouso Alegre - Minas Gerais, na construção da fábrica de cápsula de medicamentos ACG; foi realizado o acompanhamento desde a regularização do terreno até a entrega da fábrica para produção.

Na concretagem foi realizado o mapeamento das áreas, controle tecnológico do concreto para sabermos os locais exatos da aplicação de cada caminhão de concreto e a resistência do concreto.

Quando o caminhão de concreto chega na obra, a equipe do controle tecnológico pega a nota fiscal e realiza o preenchimento da ficha identificação, depois é realizado o *slump* teste e retirado amostra desse concreto para realização de ensaios de resistência. O mapeamento das áreas foi realizado com uma folha A4, que contenha o desenho do piso, é marcado a nota fiscal do concreto e o formato do desenho que formou depois do término da concretagem, também é anotado o início e término da concretagem.

O tempo para lançamento do concreto não foi superior a 90 minutos, para que o acabamento superficial e resistência final não sejam prejudicados; foi controlada altura de descarga para evitar a segregação do agregado; a concretagem foi contínua para evitar problemas de juntas ou emendas de acabamento.

Fig.01 - Lançamento e espalhamento do concreto



Fonte: o autor

Para o nivelamento do concreto foi utilizado a régua vibratória, uma ferramenta que operada por profissionais qualificados nos proporciona uma qualidade de nivelamento muito boa ao piso industrial. Mas quando operada por um profissional não qualificado pode causar a perda do nivelamento e planicidade.

Fig.02 - Nivelamento de concreto com a utilização de régua vibratória



Fonte: o autor

O acabamento divide-se em duas etapas que é a regularização da superfície e desempenho mecânico. A regularização da superfície ocorre após a concretagem, enquanto o concreto ainda se encontra no estado fresco. Para a regularização do concreto é utilizado o

rodo de corte, ao término desse procedimento, e logo que o concreto tenha resistência superficial, inicia-se o desempenho mecânico para aflorar a argamassa na superfície, formando assim a camada de acabamento.

Fig. 03 - Acabadora mecânica de superfície



Fonte: Petrotec

Após iniciar o acabamento do piso industrial foram detectados alguns pontos da patologia. A delaminação é considerada uma das mais sérias patologias em pisos de concreto, pois detectar suas causas e origens é uma tarefa difícil, e muitas vezes potencializada nos casos reais de obras, porque vários fatores intrínsecos ocorrem simultaneamente.

“Os fatores relacionados ao concreto são considerados pelo excesso de finos, atraso de pega, excesso de ar incorporado, condições climáticas adversas (CRISTELLI, 2010).”

“Os fatores ligados à execução são considerados a entrada prematura das acabadoras, uso de ferramentas e equipamentos não apropriados (CRISTELLI, 2010).”

A junção desses fatores ocorre simultaneamente, contribuindo para o endurecimento diferencial do concreto, causando a delaminação.

O processo de descoberta da patologia delaminação é através de equipamentos que não agride o piso, com eles são detectados vazios internos, fissuras, falhas e trincas.

Abaixo há algumas técnicas que podem ser empregadas para detectar a patologia delaminação.



- Na técnica de percussão metálica utilizamos um martelo, uma haste metálica que em contato com a área afetada pela delaminação emite um som oco e quando atinge uma área não afetada emite o som de sino.
- Na técnica de arraste de corrente segue a mesma ideia da percussão metálica, pois quando os elos da corrente atingem a área danificada emite o mesmo som oco.
- Na técnica de sondagem eletromagnética é empurrado um equipamento sobre rodas em uma reta definida no piso, o equipamento conta com duas rodas que são energizadas eletricamente que em contato com o piso emite uma taxa de 33 batidas por segundo e são captadas por dois sensores, esse equipamento consegue identificar uma área afetada pela delaminação com uma profundidade de até 65mm.
- Na técnica termografia infravermelha é baseada na leitura de uma descontinuidade gerada pela patologia delaminação ou por vazios no piso.
- Na técnica de impacto - eco é baseada na relação entre tempo de viagem de uma onda por uma seção conhecida de concreto e a velocidade da onda. Instalado um objeto metálico pequeno que emite energia gerando uma onda que percorre o concreto até encontrar uma superfície delaminada e retorna ao ponto de impacto onde se encontra um transdutor que converte as leituras obtidas em um gráfico.
- Na técnica de radar de penetração é baseada na emissão de energia eletromagnética na forma de pulsos de frequência de rádio no concreto, quando encontrado algum ponto de delaminação apresenta descontinuidade de emissão de energia assim retornando a uma antena radar que recebe a informação.

No piso em destaque foi utilizado o processo de percussão metálica para confirmar a patologia, pois visualmente já conseguimos identificar.

#### **4. RESULTADO E DISCUSSÕES**

A patologia verificada no piso industrial da cidade de Pouso Alegre - Minas Gerais, foi do tipo deslocamento da argamassa superficial do piso, pois seu mecanismo é

demonstrado pelo selamento prematuro da superfície e, resultando no impedimento da saída da água de exsudação e do ar aprisionado ou incorporado.

Os deslocamentos ou delaminações, segundo relatos colhidos no local, ocorreram durante o acabamento superficial e após o acabamento final da superfície foi verificado a existência de 10 pontos, considerando essa quantidade temos em média uma delaminação de 75m<sup>2</sup> em uma área total de aproximadamente 4,695mil m<sup>2</sup>:

Para conseguir os valores de nivelamento e planicidade foi utilizado o equipamento conhecido como Dipstick floor profiler. Segundo a ASTM E 1155, esse equipamento é classificado como inclinômetro tipo II.

Para a utilização do equipamento você deverá definir uma linha que será sua referência de primeiro ponto e também será sua referência de nível.

Para obter os dados o aparelho é então girado pivotando sobre seus apoios seguindo a direção da linha assim obtendo as leituras que são mostradas no display eletrônico e armazenadas, assim formando um relatório gráfico com as medidas lidas.

Fig.04 - Deslocamento no início de pega do concreto



Fonte: o autor

Após a execução do piso industrial foram observados dez pontos de delaminação que se manifestaram preliminarmente no início do acabamento. Inicialmente foi constatado algumas fissuras e deslocamentos, mas que logo foram identificados através do processo de percussão metálica.



Fig. 05 – Primeira fissuras no piso já acabado



Fonte: o autor

Fig. 06 – Interseção entre fissuras



Fonte: o autor

A grande área observada se manteve razoavelmente estável por cerca de mais duas semanas, suportando com alguma segurança o tráfego de equipamentos utilizados para conclusão da obra, como por exemplo plataformas de trabalho aéreo. Enquanto isso, apenas uma área pouco maior que uma mão aberta foi removida. Ao término de duas semanas, iniciou-se o processo de remoção das camadas afetadas de toda área para realização do seu tratamento.

Fig. 07 – Primeiro aparecimento de área com fragmentos



Fonte: o autor

Foi delimitada a área do aparecimento da patologia delaminação, inserindo-a em um quadrado com a utilização de serra manual de corte, obtendo no mínimo 10,0 cm de distância nas duas faces da delaminação, com a profundidade de corte aproximado a 1,0 cm.

Foram realizados alguns procedimentos para o início do tratamento da patologia:

**Apicoamento:** Dentro das áreas delimitadas foi realizado o apicoamento da superfície do concreto, utilizando-se ponteiros e talhadeiras. A profundidade do apicoamento foi de 4 a 6mm. Nas regiões adjacentes à linha de corte de cada lado do quadrado.

**Limpeza:** Foi realizada a limpeza com aspirador e soprador para remoção dos fragmentos gerados pelo apicoamento e empoeiramento.

Fig.08 - Lixando o concreto



Fonte: o autor

Fig.09 - Lixando e Apicoamento a área danificada



Fonte: o autor

Depois da realização da limpeza utilizando o aspirador de pó no local onde se encontrava a patologia delaminação, foi realizada a lavagem do piso para a total retirada das partículas de poeira do piso.

Depois da limpeza geral foi aplicada uma argamassa de secagem rápida pré-formulada a base de cimento especial, aditivos, fibras e agregados minerais selecionados fabricado pela empresa Polipiso do Brasil.

Foi realizado o procedimento de aplicação conforme informação do fabricante da argamassa Polipiso do Brasil; O material precisa ser lançado imediatamente após sua mistura com o auxílio de uma colher de pedreiro das bordas para o centro, realizando ao final uma boa compactação. Para o acabamento do piso de concreto é realizado o nivelamento com régua manual e depois utilizar desempenadeira de madeira para adensamento e desempenadeira metálica até atingir um bom acabamento superficial. Para obter uma melhor cura ao término da fase de acabamento, utilizar uma lona preta para a cobertura, até o momento da liberação de tráfego.

Fig.10 - Aplicação do produto com base epóxi no piso industrial



Fonte: o autor

Fig.11 - Piso industrial depois do tratamento



Fonte: o autor

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado no piso industrial da fábrica ACG em Pouso Alegre - Minas Gerais, encontramos dificuldade em diagnosticar de quem é a responsabilidade do aparecimento da patologia, apenas por ensaios realizados com as amostras retiradas do concreto ou relatos dos acontecimentos.

Diante disso, usualmente se procede com a execução das correções necessárias do piso para liberação da sua utilização, o que representa normalmente um menor gasto de recursos, dinheiro e tempo, do que se partir para as minúcias de causas.

Com o reparo das áreas foi obtido um valor bem próximo ao nível de planicidade e nivelamento solicitado pelo projeto.

Depois de avaliar o gráfico juntamente com o operador, equipe de engenharia da obra e a equipe de fiscalização da obra chegamos a conclusão de liberar o piso industrial para instalação dos maquinários e o tráfego de empilhadeiras.

Fig.12 - Pequenos e grande reparos de delaminação



Fonte: o autor

Fig. 13 - Aparelho Dipstick.



Fonte: Boletim técnico ANAPRE

Conclui-se, portanto, que o conhecimento acerca do tema, conhecimento de causas prováveis, e a delimitação prévia das responsabilidades dos envolvidos é o melhor caminho para evitar o aparecimento da manifestação, da marca comprobatória de uma anomalia e principalmente o custo de reparo.

O custo foi dividido entre concreteira e equipe de execução, pois foi constatado pelo controle tecnológico da obra que a resistência do concreto não iria alcançar o solicitado no projeto. A equipe de execução assumiu que o operador da régua vibratória não era capacitado a desempenhar a atividade e assim causando o nível muito ruim de nivelamento e planicidade.

## **INDUSTRIAL FLOOR PATHOLOGY**

### **ABSTRACT**



This work aims to show the solution of the delamination pathology found on the industrial floor in the city of Pouso Alegre - Minas Gerais. This purpose will be accomplished through the case study of the reform of the industrial floor. The analysis proved the delamination pathology and with the apicoamento, sanding and application of products with epoxy base the floor passed the leveling and flatness test required by the project. with that we can conclude that the climatic conditions, beginning of catch and a qualified and extremely important workforce for a good quality execution.

Keywords: Delamination. Pathology. Industrial floor.

## REFERÊNCIAS

ANAPRE - **SURGIMENTO DE PATOLOGIAS EM PISO INDUSTRIAIS**. Disponível em:

<[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3858/1/CT\\_CEPAC\\_V\\_2014\\_11.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3858/1/CT_CEPAC_V_2014_11.pdf) >.

Acessado em: 18. Abril. 2020.

ANDRÉ FONSECA LOTTERMANN - **PATOLOGIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO: ESTUDO DE CASO, 2013**. Disponível em: <

<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/2133/TRABALHO%20TCC2%20FINAL%20ANDRE%20LOTTERMANN.pdf?sequence=1> >. Acessado

em: 18. Abril. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (1983). **Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios** – NBR 8036/83.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2001). **Solo – Sondagens de simples reconhecimentos com SPT** - Método de ensaio – NBR 6484/01.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT (2014). **Solo - Ensaio de penetração de cone in situ (CPT)**– NBR 12069.

BINA, P.; TEIXEIRA, A. O. F. – **Como Construir Pisos e Pavimentos Protendidos**. Edição nº 55 ; São Paulo; Revista Técnica, 2001.

BINA, P.; TEIXEIRA, A. O. F. – **A Arte dos Pisos Industriais – do sistema de danos ao protendido**. São Paulo; Ibracon, 2002.

CRISTELLI, 2010 - **CAUSA, PREVENÇÕES E RECUPERAÇÃO DE PATOLOGIAS**

GERAIS, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/PASA-875JDA> >. Acessado em: 18 . Abril. 2020.

JANA, Dipayan. Delamination – a state-of-the-art review. In: CONFERENCE ON CEMENT MICR 29., Quebec, PQ , 2007. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3858/1/CT\\_CEPAC\\_V\\_2014\\_11.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3858/1/CT_CEPAC_V_2014_11.pdf) >. Acessado em: 18 . Abril. 2020.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde**. 2011. 16f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/151/1/Daniel%20Nazario.pdf>>. Acesso em: 08. Junho. 2020.

PORTO, THIAGO BOMJARDIM. **Estudo da interação de paredes de alvenaria estrutural com a estrutura de fundação**. 2010. Monografia (Pós-graduação em engenharia de estruturas) – ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS