



PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE  
SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE URBANA - SMIM  
ESCRITÓRIO DE PROJETOS E OBRAS - EPO

Ao  
DIRETOR DA DOP/EPO/SMIM  
Engº Alexandre Cavagni

**PARECER TÉCNICO SOBRE A PATOLOGIA NA LAJE DE CONCRETO ARMADO DO PRÉDIO DO PAÇO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**

Após o Parecer sobre o estado da laje do Paço Municipal, que emitimos em 01/02/2017, por solicitação, voltamos a examinar o local, com o objetivo de uma avaliação mais apurada sobre a situação que se apresenta.

Em 28/03/2017, em visita ao local, acompanhados pela Arqª Maria Lúcia Fuentefria da empresa Espaço Arquitetura, que em 2003 executou a colocação de piso de madeira sobre esta laje, e ela nos informou que nesta época a laje não estava trincada.

Em 31/03/2017, em nova visita, quando nos acompanharam o Arqº Merino e a Arqª Manoela, ambos da SMC.

Obtivemos algumas fotos da execução do piso de madeira sobre a laje.

Na busca de mais informações sobre o problema, consultamos o Engº Namur Bochein, que foi engenheiro da SMOV e em 2009 fez um relatório sobre o mesmo problema. Ele nos **informou que as trincas existem desde 2004 e a situação hoje se apresenta no mesmo estágio do que naquela época.**

Não encontramos nenhum projeto, nem na SMOV nem na SMC, estrutural ou arquitetônico, para a execução desta laje com sua respectiva estrutura de pilares e vigas e as fundações.

Conforme constou no relato anterior, observamos que esta laje de entrepiso apresenta uma trinca, vista por baixo, passando por duas peças ocupadas pela Guarda do prédio. Na parte de cima, térreo, a sua posição corresponde a uma linha transversal no centro da peça destinada a Sala de Eventos.

Pelo que pudemos constatar, essa linha de fissura (trinca) acompanha a direção de eletrodutos instalados sob a laje.

Observamos ainda, que as armaduras (positivas) longitudinais que estão à mostra, não estão rompidas.

Esta laje, 9,60mx20,40m, foi executada com um conjunto de vigas longitudinais, afastadas entre si 2,25m, paralelas ao alinhamento da Av. Borges de Medeiros (ou seja, o mesmo piso da Sala de Eventos já citada). Daí se presume, que a armadura principal da laje foi calculada no sentido transversal entre as vigas.

Com estas informações, passamos a elaborar uma relação de possíveis causas de fissuras, que são várias, como a seguir:

- 1 - Recalque diferencial.
- 2 - Concentração de tensões.
- 3 - Corrosão de armadura.
- 4 - Esforços solicitantes excessivos.
- 5 - Redução da seção de concreto pela presença de eletrodutos.
- 6 - Retração.
- 7 - Variação térmica.
- 8 - Formação de junta por emenda de trechos de concretagem.





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE URBANA - SMIM**  
**ESCRITÓRIO DE PROJETOS E OBRAS - EPO**

Como neste caso, definir o motivo que causou a trinca não é uma associação direta com as prováveis causas, analisaremos todos os itens, tipo eliminação dos não aceitáveis:

**1 - Surgimento de fissuras ou trincas por consequência de recalque diferencial:**

Independentemente de investigação do tipo de fundação executada para estes pilares, não encontramos nenhum sinal ou marca nos pisos existentes, ou fissuras características nas vigas, que possam indicar a possibilidade de ter havido algum cedimento (recalque) de fundação.

Então, podemos dizer que as trincas existentes não se formaram por recalque de fundações.

**2 - Surgimento de fissuras ou trincas como resultado de concentração de tensões:**

Conforme observações no local (uso do espaço), e informações junto aos usuários, no local não se concentra nem houve concentração de cargas excessivas que pudessem gerar deformações na laje e consequentes fissuras.

Então, podemos dizer que as trincas existentes não se formaram por concentração de cargas ou tensões.

**3 - Surgimento de fissuras ou trincas por consequência de corrosão de armadura:**

Quando a armadura fica exposta, ou quando com pouco recobrimento, também pode oxidar, o entorno da armadura se expande e provoca a explosão da camada envolvente, que vai ceder na parte mais fraca, no caso de laje onde o cobrimento da armadura positiva tem pouca espessura. Não é o que acontece neste caso, pois não tem armadura exposta nem com sinal de umidade apesar do pouco cobrimento aparente.

Então, podemos dizer que as trincas existentes não se formaram por consequência de corrosão de armadura.

**4 - Surgimento de fissuras ou trincas como resultado de esforços solicitantes excessivos:**

Também temos o fato de que esta é uma laje que, pelas dimensões das peças, foi calculada armada numa direção. Apesar da pequena dimensão para a largura da peça, se houvesse deficiência de armadura, o resultado seria de fissuras no sentido longitudinal, ou seja, contrário às armaduras. E também não é o que ocorre.

Fizemos uma estimativa de cálculo para a laje em questão, considerando-se uma espessura de 9cm e cobrimento de 1cm (usado na época), com carga acidental de 300 kg/m<sup>2</sup>, prevista para galeria de lojas pela NBR 6120. Como resultado tem-se uma armadura mínima de tração, armada numa direção, igual a Ø 3.4mm c/ 7,5cm.

Pelo mesmo critério de carregamento, fizemos uma estimativa de cálculo para as vigas de sustentação das lajes. Encontramos como armadura positiva (tração) 3 Ø 10mm para as vigas de extremidades e 2 Ø 10mm para as vigas intermediárias, com estribos Ø 4.2mm c/ 8cm na pior situação.

Fazendo-se uma sondagem por baixo da laje, com utilização de um aparelho "detector de armadura" a laser, detectamos a existência de armadura Ø 3.4mm (tem uma peça à mostra) a cada 10cm.

Essa seção é menor do que a avaliada, porém, como a de avaliação já é uma armadura mínima, essa diferença não remete a problemas.

Com o uso do aparelho "detector de armadura" para as vigas, observamos a presença de 6 Ø como armadura positiva das vigas e 1 Ø estribo a cada 9cm. Qualquer que seja o diâmetro utilizado nas armaduras das vigas, acima de Ø 8mm para as positivas e acima de Ø 4.2mm para os estribos, estão condizentes com o avaliado.





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE URBANA - SMIM**  
**ESCRITÓRIO DE PROJETOS E OBRAS - EPO**

Então, podemos dizer que as trincas existentes não se formaram por concentração de cargas ou tensões.

**5 - Surgimento de fissuras ou trincas como resultado da redução da seção de concreto pela presença de eletrodutos:**

Visto por baixo da laje, tem-se a impressão de que as luminárias estão interligadas por eletrodutos embutidos na laje, motivo constante no Relato anterior. Com a obtenção de fotos que mostram a execução do piso sobre a laje, verificamos que os eletrodutos foram, colocados sobre a laje, no sentido longitudinal da mesma.

Ficou caracterizado então, que não existem eletrodutos embutidos na laje, ou seja, não foi esse o motivo das trincas existentes.

**6 - Surgimento de fissuras ou trincas por consequência de retração:**

Conforme a maneira como ocorreu a concretagem, desde o preparo e molhagem da forma, aditivos usados no concreto, velocidade de concretagem, excesso de água no concreto, temperatura do dia, poderia ter ocorrido a retração das formas, a retração do concreto por evaporação rápida, ou a exudação, que é a formação de película sobre camada interrompida de concretagem, que provocariam uma série de fissuras desconstruídas.

As fissuras existentes, uma linha transversal cruzando pelos centros das lajes, não caracteriza consequência destes tipos de falhas de concretagem.

**7 - Surgimento de fissuras ou trincas por consequência de variação térmica:**

Esta laje encontra-se praticamente a nível de subsolo. Então, ao nível do térreo, sobre a laje, por estar em ambiente abrigado, existe pouca variação de aumento de temperatura.

Porém, sob a laje, como o porão é um ambiente sombrio, uma diminuição rápida da temperatura, como ocorre em Porto Alegre, da tarde para a noite, poderia provocar a contração do concreto. E conforme bibliografia existente, poderia abrir uma fissura no sentido transversal da laje. Consequentemente se a laje se retrai com a diminuição da temperatura, quando a temperatura voltar (subir) à média normal deste ambiente, a laje vai apresentar uma pequena dilatação, ou seja, mesmo sendo com valores mínimos de abertura (1-2mm), a laje vai ter uma movimentação mínima.

**Então, a retração por diminuição da temperatura é um motivo aceitável, que pode ter causado a fissuração dessa laje em questão.**

**8 - Surgimento de fissuras ou trincas por consequência de formação de junta por emenda de trechos de concretagem:**

Existe também, a possibilidade de ter havido uma interrupção da concretagem na posição onde se formou a fissura (trinca), para concretagem em duas etapas, sendo a retomada feita dias depois. Com a vibração da laje, causada pela grande movimentação de veículos na Av. Borges de Medeiros, acabou se formando uma junta natural da laje.

A não previsão de uma junta de dilatação proposital, pode ter sido um erro de projeto e ou de execução, mas também pode ser justificada por não ser considerada uma laje de grandes dimensões.

Também, conforme citado no Relato anterior, a execução da laje com falhas de concretagem, principalmente neste trecho, o que causa esse tipo de problema, que é concreto mal misturado e, ou, acúmulo de brita, nesse caso seixo rolado, e ainda água em excesso, contribuem significativamente para a formação de falhas no concreto.

**Assim, a interrupção da concretagem, apesar de mais remota, também pode ser um motivo que pode ter causado a fissuração da laje.**





**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE URBANA - SMIM**  
**ESCRITÓRIO DE PROJETOS E OBRAS - EPO**

**CONCLUSÃO:**

**Considerando que:**

- 1 - As prováveis causas de fissuramento na laje podem ser a contração por variação térmica, ou, a formação natural de uma junta por emenda de trechos de concretagem devido a vibrações oriundas do meio externo à edificação aliadas a prováveis falhas de concretagem no trecho onde se localiza a patologia.
- 2 - A laje em análise, não apresenta sinais de deformação excessiva (fora dos limites da NBR 6118/2014), mesmo tendo sido calculada por interpretação de Normas mais antigas.
- 3 - Não se evidencia sinais de desestabilização estrutural na laje analisada, e nem nos outros elementos estruturais localizados na área de influência das lajes fissuradas.
- 4 - Não houve evolução da abertura da fissura desde o ano de 2004, segundo informação do Engº Namur Bochein, que na época já avaliou o problema.
- 5 - Não havendo evolução da patologia identificada no local, isto é um indício de que o concreto apenas marcou, no local, uma junta de dilatação da laje.

**Concluimos**, por esta análise visual, que as lajes analisadas não apresentam risco estrutural, desde que os limites de sobrecarga da NBR 6120 sejam respeitados, não só no trecho fissurado mas em todas as lajes que compõem a edificação.

Conforme observações feitas nos últimos meses, e por informações obtidas através de funcionários e profissionais que trataram sobre o assunto, ao menos nos últimos treze anos, entendemos que não houve evolução da patologia (aumento na abertura da linha de fissuramento), desde a sua formação até os dias de hoje, mas existe uma movimentação mínima de contração e dilatação da laje. Tipo "fissura ativa sazonal" consequência de períodos de dias mais frios ou mais quentes.

Sugerimos a recuperação da fissura em toda a sua extensão, e também a observação periódica desta fissura, bem como de toda a laje de entepiso do Paço Municipal, tendo em vista que as vibrações oriundas do meio externo, não podem ser eliminadas.

**RECOMENDAÇÕES E SERVIÇOS:**

**--- Quanto às fissuras das lajes:**

A reconstituição da superfície de concreto fissurada ou trincada, poderá ser feita, por baixo da laje, mediante a aplicação de um produto flexível, tipo acrílico ou gel poliuretano ou resina, ao longo de toda a extensão.

Os reparos poderão ser melhor acabados com massa PVA e repintados com tinta emborrachada ou à base de PVA.

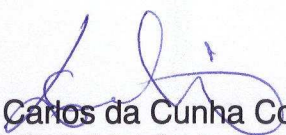


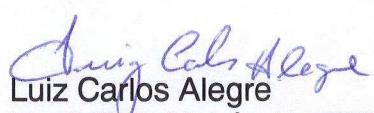


**PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE**  
**SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE URBANA - SMIM**  
**ESCRITÓRIO DE PROJETOS E OBRAS - EPO**

Era o que tínhamos a relatar.

Porto Alegre, 21 de julho de 2017.

  
Luiz Carlos da Cunha Contiero  
Engº Civil; Matrícula 1118200.1  
DOP/EPO/SMOV

  
Luiz Carlos Alegre  
Engº Civil; Matrícula 76934702  
DPV/EPO/SMOV