CAPÍTULO 20 · Parte II · Materiais
DOI do capítulo: https://doi.org/10.67775/j30zt588
Trabalho apresentado no CBPAT 2026 e publicado nos anais do evento: https://doi.org/10.67775/znxgf835

COMPARAÇÃO DE DUAS SOLUÇÕES PARA A RETIRADA DE UMA LINHA DE PILARES EM UMA INDÚSTRIA SEM SOBRECARREGAR FUNDAÇÕES EXISTENTES

Arthur Medeiros[1]*, Leonardo Covatti[2]; Fabiana Völker Mademann[3]; Rui Medeiros[3]
*Autor de contato: arthurmedeiros@utfpr.edu.br

[1] Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR, Curitiba, Brasil
[2] Confienge, Balneário Camboriú, Brasil
[3] Estruturas de Concreto Rui Medeiros, Curitiba, Brasil

RESUMO

Qualquer modificação estrutural não é simples, pois envolve uma análise global da estrutura. A retirada de um pilar de uma edificação demanda por uma solução que redistribua as tensões para os pilares próximos o que pode ultrapassar a capacidade de carga de pilares e fundações. Foram estudadas duas soluções para a retirada de uma linha de pilares em uma indústria, para a ampliação de sua capacidade produtiva sem sobrecarregar as fundações existentes. Tecnicamente as duas soluções se mostraram viáveis, porém o custo da execução foi bastante diferente.
Palavras-chave: reforço estrutural; redistribuição de tensões.

ABSTRACT

Any structural modification is not simple, as it involves a comprehensive analysis of the structure. Removing a collum from a building requires a solution that redistributes the stresses to nearby columns, which can exceed the load-bearing capacity of the pillars and foundations. Two solutions were studied for removing a row of columns in a factory to expand its production capacity without overloading the existing foundations. Technically, both solutions proved viable, but the cost of implementation was significantly different.
Keywords: structural reinforcement; stress redistribution.

1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Modificações estruturais tendem a ser custosas e morosas. Para reforçar estruturas de concreto armado existentes existem técnicas consagradas como incremento da seção transversal de pilares em concreto armado, a utilização de chapas e perfis metálicos, ou o reforço com polímeros reforçados por fibras de carbono. De acordo com Souza e Ripper (1998), o projeto de reforço precisa levar em conta diversos fatores como: a concepção original da estrutura, sua história, os

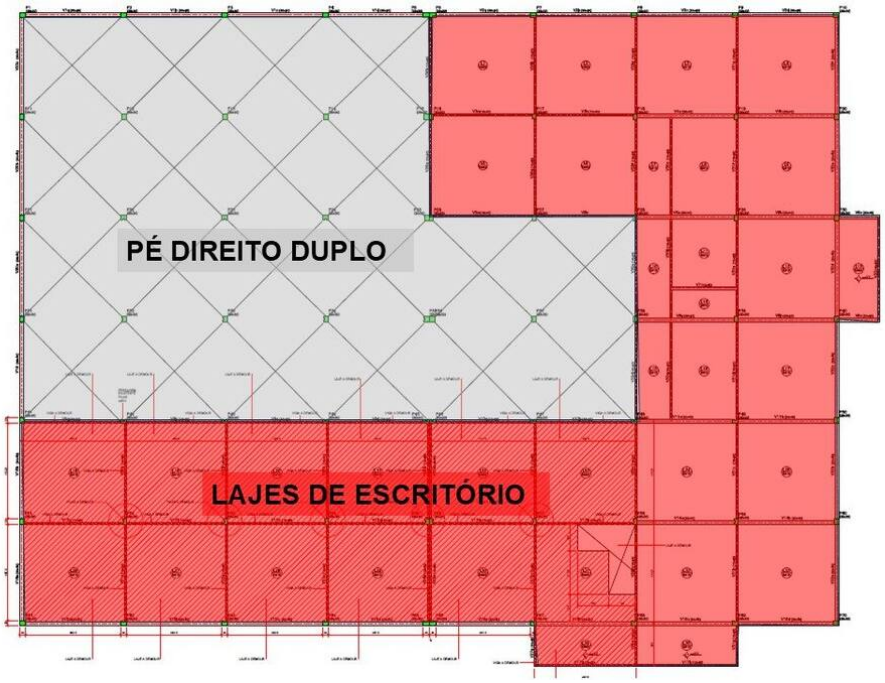
defeitos ou novas exigências e especialmente a disponibilidade de mão de obra e materiais adequados. Além da formação técnica apropriada e criatividade do projetista para o reforço em si.

As técnicas para reforço com estruturas metálicas mistas com concreto armado, são tradicionais e consagradas. Contudo, especialistas em projeto e reforço precisam de décadas de experiência para encontrar soluções viáveis técnica e economicamente.

O que existe de moderno nas soluções de reforço com estruturas mistas de concreto e perfis metálicos, consiste nos métodos de ligação, novas formas de conexão e monitoramento destas ligações (Rill e Fortenbacher, 2024; Rill, 2025).

O estudo de caso aqui apresentado é de uma indústria na região metropolitana de Curitiba com uma estrutura de concreto armado com pilares a cada 5 metros, ocupando uma área de 30 m x 40 m conforme croquis (Figura 1). A indústria em questão tem uma máquina industrial de largura de 4,5 m, comprimento de 25 m e aproximadamente 3,5 m de altura. A edificação em questão foi construída no ano de 1971, a luz das normas vigentes quanto ao projeto de estruturas de concreto. O layout da indústria foi pensado para que a máquina industrial ocupasse uma área entre pilares onde se denomina “pé direito duplo” na Figura 1, com 5,5 m do piso até a laje de cobertura. As áreas vizinhas no pavimento térreo são de operação, entrada de materiais e estoque dos produtos fabricados. O que está demarcado em vermelho no croquis da Figura 1 são lajes de escritório a 2,9 m acima do chão de fábrica.

Figura 1 – Croquis da vista em planta da fábrica

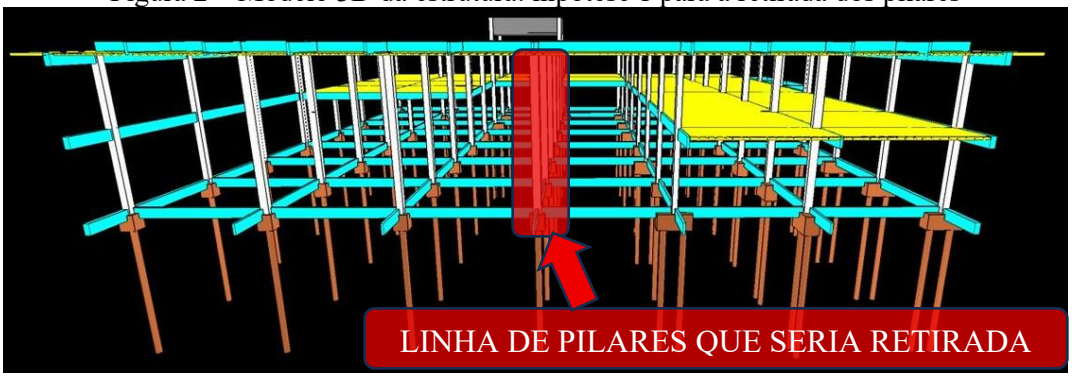


Fonte: os autores

Acontece que a indústria em questão precisava modernizar sua produção e a nova máquina teria largura maior do que os 5 m de vão entre pilares. A primeira solução pensada pela indústria seria remover uma linha de pilares no centro da fábrica, ao lado da máquina industrial e contratar um escritório especializado em estruturas para calcular o reforço que seria necessário nos pilares adjacentes para suportar as vigas e lajes da cobertura que não teriam mais os apoios dos pilares retirados.

Contudo, esta alternativa de retirar os pilares no centro da fábrica teria alguns inconvenientes, tais como: interromper a produção da máquina industrial por pelo menos 3 meses (tempo de desmontar a máquina, executar a obra de reforço e montar a nova máquina industrial. Para avaliar a esta primeira alternativa, foi criado um modelo 3D em software de dimensionamento de estruturas de concreto, a fim de verificar o incremento de carga nos pilares adjacentes aos que seriam retirados, assim como nas fundações, conforme Figura 2.

Figura 2 – Modelo 3D da estrutura: hipótese 1 para a retirada dos pilares

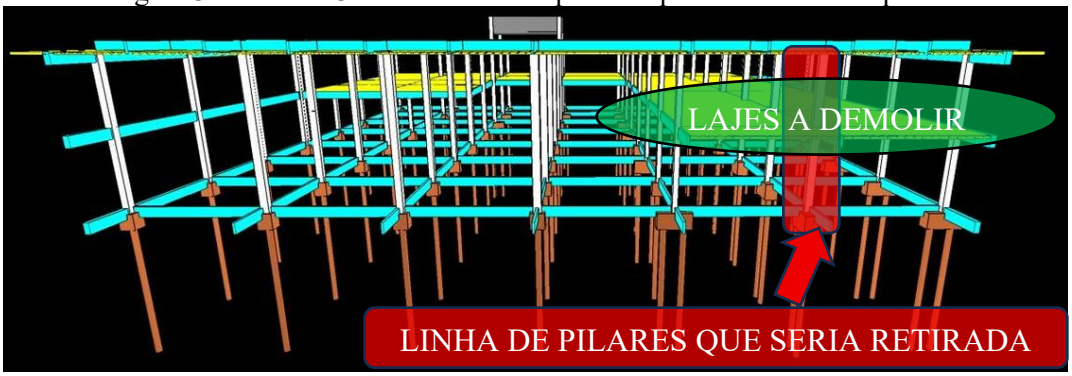


Fonte: os autores

A simulação em software de dimensionamento indicou que além do reforço nos pilares, que poderia ter a seção transversal de concreto aumentada, ou com perfil metálico, demandaria por um reforço de fundação. Tal situação tornaria a obra mais onerosa e morosa.

Foi então que os engenheiros estruturais propuseram uma alternativa mais elegante, considerando o custo, o tempo de intervenção e o funcionamento da fábrica. Se as lajes de escritório, em amarelo à direita da Figura 2, fossem demolidas e a linha de pilares a ser retirada fosse a linha de pilares no meio das lajes, conforme indicado na Figura 3, haveria um alívio nas fundações e nos pilares adjacentes de tal sorte que o reforço para suportar a laje de cobertura poderia ser feito nos pilares e vigas da cobertura utilizando perfis metálicos, sem a necessidade do reforço das fundações. Um reforço metálico é uma solução rápida, leve, limpa e viável. Enquanto as lajes fossem demolidas, os perfis metálicos seriam produzidos, sem esperar pelo tempo de cura de um reforço em concreto. Além disso, a indústria poderia seguir funcionando com a máquina industrial antiga durante o período de obras, durante o período de montagem da máquina industrial nova e as duas máquinas poderiam seguir trabalhando juntas, sem a necessidade de desmontar a máquina antiga.

Figura 3 – Modelo 3D da estrutura: hipótese 2 para a retirada dos pilares



Fonte: os autores

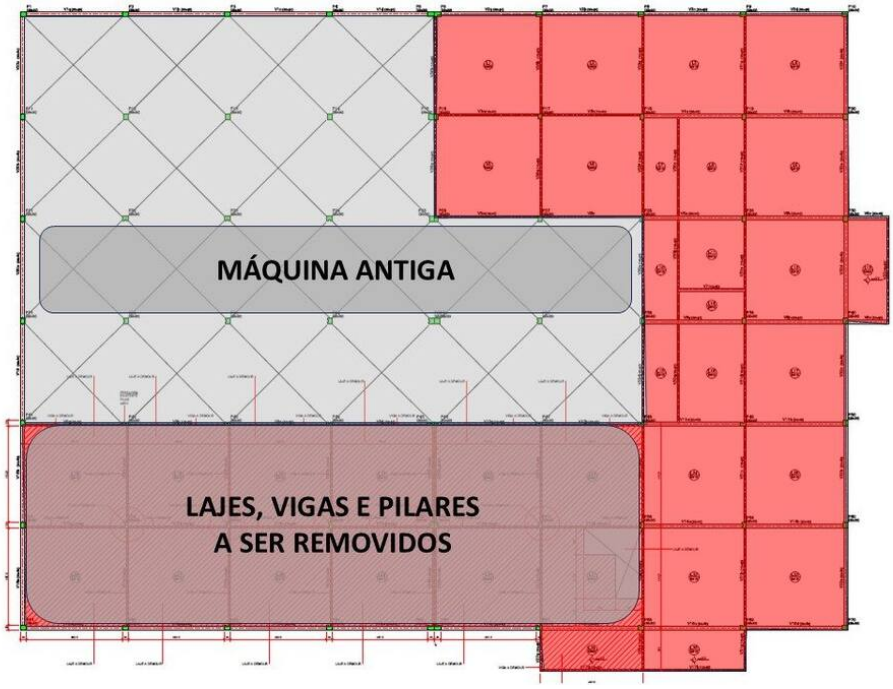
O único inconveniente é que a indústria precisaria ajustar sua logística para trabalhar em uma área menor durante o período de reforço e montagem da nova máquina. Tal solução motivou a empresa a construir um edifício anexo para os escritórios que deixariam de existir com as lajes demolidas.

2. PROJETO DE REFORÇO

2.1 Etapas de obra para o reforço estrutural

O projeto de reforço precisava ser concebido levando em consideração todas as etapas da obra de demolição e reforço, com a preocupação de não danificar as lajes de cobertura acima dos pilares que seriam retirados. Tendo em vista que seriam demolidas as lajes e vigas dos escritórios indicados na Figura 4, a solução construtiva precisava contemplar a demolição e a preservação da laje de cobertura.

Figura 4 – Croquis da planta da fábrica indicando a área de demolição e reforço



Fonte: os autores

Para que a estrutura da fábrica pudesse ser demolida e posteriormente reforçada, primeiramente as lajes foram demolidas (Figura 5a), assim como a escada que dava acesso ao pavimento de

escritórios (Figura 5b). Posteriormente foram demolidas as vigas de sustentação das lajes dos escritórios.

Figura 5 – Demolição das lajes (a) e escada (b)



Fonte: os autores

A sequência foi o escoramento da laje de cobertura, antes da demolição das vigas do pavimento de escritórios e dos pilares, conforme Figura 6. Este procedimento de escoramento da laje foi facilitado, pois as vigas das lajes de cobertura eram invertidas, de tal sorte que o fundo das lajes que aparece na Figura 6 é liso.

Figura 6 – Demolição das lajes (a) e escada (b)



Fonte: os autores

Com as lajes da cobertura escoradas, a próxima etapa foi demolir vigas (Figura 7a) e pilares (Figura 7b). Visando otimizar o tempo da reforma, os elementos estruturais de reforço estavam sendo fabricados enquanto as fases de escoramento da cobertura, demolição das lajes, vigas e pilares aconteciam.

O tempo de obra foi um fator decisivo para a tomada de decisão, pois havia uma multa diária de mais de 1000 Euros caso a nova máquina atrasasse o início do seu funcionamento. Em outras palavras, todo o processo de reforço contratado aconteceu por uma necessidade comercial da empresa de ampliar sua produção, com um prazo de 4 meses desde a compra da nova máquina que

viria da Europa, até a chegada e montagem desta nova máquina na região metropolitana de Curitiba/PR Brasil.

Figura 7 – Demolição das vigas (a) e pilares (b)

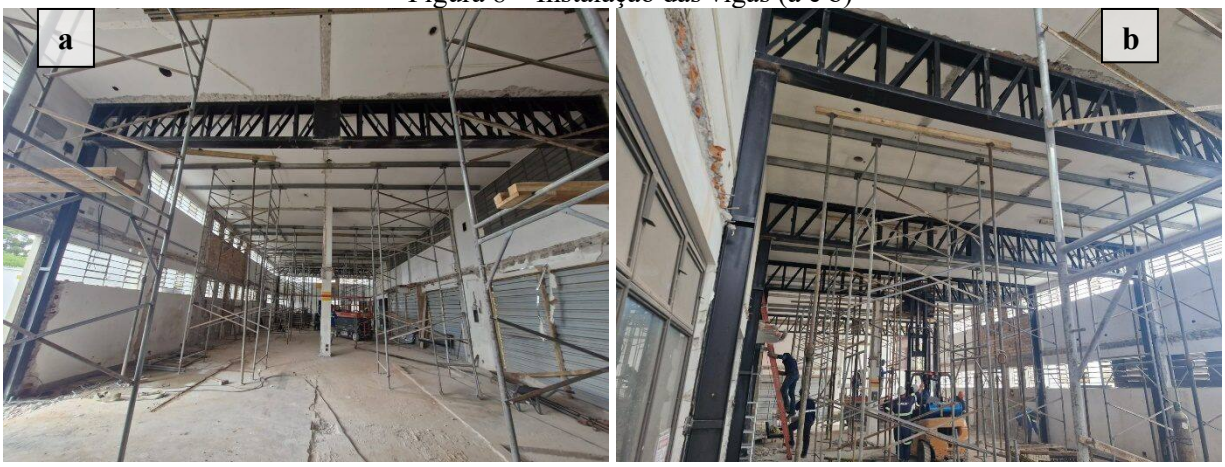


Fonte: os autores

2.2 A execução do reforço estrutural

Para o reforço e sustentação do telhado, optou-se por vigas metálicas treliçadas e pilares em perfis I metálicos. Esta solução traz vantagens de rapidez, segurança, limpeza e facilidade na montagem. O dimensionamento destes elementos estruturais metálicos foi feito segundo as normas apropriadas NBR 8800 (ABNT, 2025) e NBR 14762 (ABNT, 2010). A sequência de montagem de montagem das vigas treliçadas é ilustrada na Figura 8.

Figura 8 – Instalação das vigas (a e b)

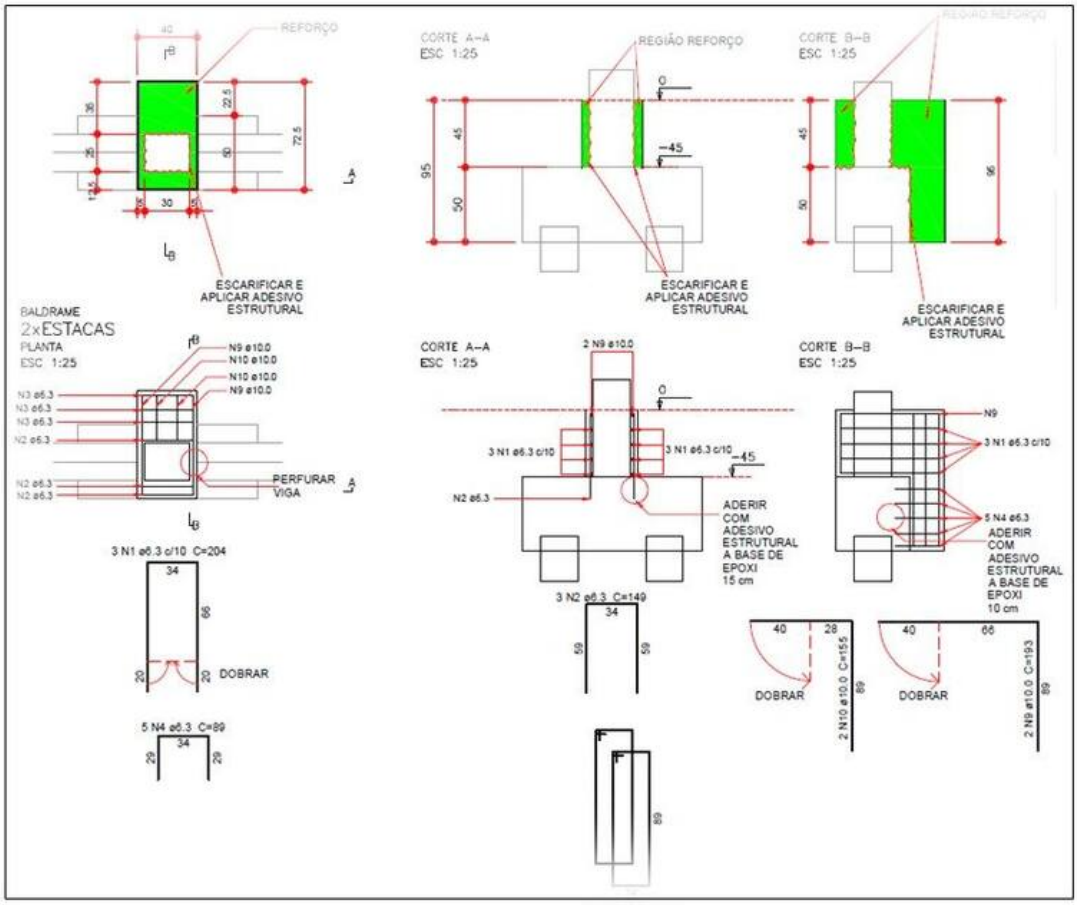


Fonte: os autores

Para o apoio dos pilares metálicos, a solução encontrada pelos projetistas foi aumentar as dimensões do bloco de fundação, semelhante a um consolo curto engastado no pé do pilar e também no bloco de fundação conforme ilustrado na Figura 9. O projeto destes consolos curtos seguiu todas as prescrições na NBR 6118 (ABNT 2024). No topo destes consolos curtos foi embutida uma chapa

metálica no nível zero da construção, isto é, o piso acabado da fábrica, para a conexão dos pilares metálicos de reforço com as fundações.

Figura 9 – Projeto dos consolos curtos de concreto para suporte dos pilares metálicos



Fonte: os autores

A ligação do pilar metálico com a fundação é ilustrada na Figura 10. Com esta solução os pilares metálicos não ficariam enterrados, evitando futuros problemas de corrosão em contato com o solo.

Figura 10 – Chumbador metálico que recebe os pilares metálicos do reforço



Fonte: os autores

A solução de apoiar os pilares metálicos no bloco de fundação (Figuras 9 e 10) foi uma medida de segurança adicional prevista pelos projetistas. O projeto de reforço foi previsto para que todo o

carregamento de todo o reforço fosse transferido aos pilares de concreto antigos, ao longo do comprimento dos pilares. Para fazer com que a estrutura metálica de reforço e a estrutura antiga de concreto armado trabalhassem em conjunto, os projetistas optaram por conectar os novos pilares com placas metálicas soldadas ao pilar metálico e chumbadas nos pilares de concreto antigos. Esta situação é ilustrada na Figura 11. Enrijecedores de alma foram utilizados nestes pontos de conexão conforme indicado por seta vermelha na Figura 11.

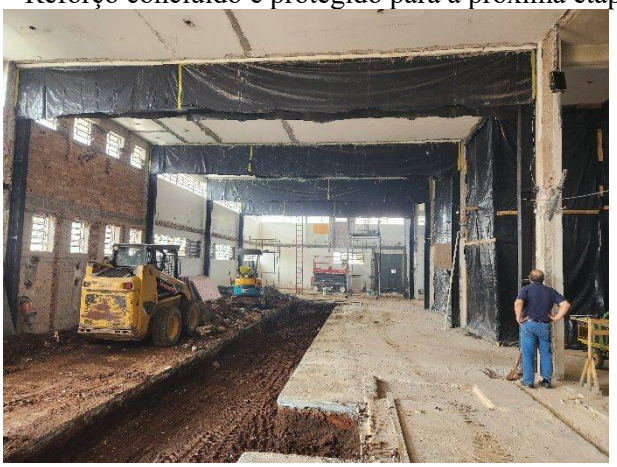
Figura 11 – Chumbadores conectando pilares metálicos de reforço nos pilares de concreto antigos



Fonte: os autores

Com o reforço finalizado, a etapa final da obra foi a preparação para a instalação da nova máquina industrial. Toda a estrutura metálica do reforço foi envelopada com lona com o intuito de proteger as estruturas metálicas durante esta nova etapa da obra. Esta situação é ilustrada na Figura 12.

Figura 12 – Reforço concluído e protegido para a próxima etapa da obra



Fonte: os autores

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso apresentado demonstrou que um projeto de reforço estrutural para uma estrutura antiga que precisa de uma modificação de uso pode não ser uma solução viável, se não for concebido por projetistas experientes. A necessidade de aumentar o vão livre para a instalação de uma máquina industrial mais moderna requeria um projeto que minimizasse custo e tempo.

No caso apresentado, da retirada de uma linha de pilares dentro de uma edificação industrial, a solução inicialmente pensada pela empresa seria mais custosa, lenta e careceria da paralisação da fábrica. Enquanto que a solução apresentada pelos projetistas considerou demolir parte das lajes de escritórios como forma de aliviar as cargas nas fundações, permitindo que a retirada de outra linha de pilares demandasse por um reforço mais leve, não sobrecarregando as fundações existentes.

Vãos de 5 m em concreto armado, foram transformados em vãos de 10 m com o auxílio de vigas metálicas treliçadas, apoiadas em perfis I metálicos, que por sua vez foram apoiados no alargamento dos blocos de fundação. A opção por um reforço metálico, ao invés do reforço em concreto armado que havia sido sugerido pela fábrica, foi uma solução rápida, leve, limpa e viável. Enquanto as lajes eram demolidas, os perfis metálicos foram produzidos, o que agilizou o período de obra. Com esta solução, a máquina antiga continuou funcionando enquanto a obra de reforço e instalação da nova máquina acontecesse. Desde a obra no início de 2025 até o presente momento, as duas máquinas estão funcionando e a previsão inicial da indústria seria de desmontar a máquina antiga para o reforço e instalação da nova máquina.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações**. Rio de Janeiro, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14762: **Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro, 2010.

RILL, D.; FORTENBACHER, M. **SensorDisc – a novel approach to in-situ assessment of bolt load and condition**. In: 11th European Workshop on Structural Health Monitoring, 2024.

RILL, D. **Fixações com sensores integrados como dispositivo para monitoramento estrutural**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 66, 2025. II Seminário Engenharia Estrutural de Obras de Concreto: Uso de Tecnologias Avançadas em Casos Reais de Engenharia Estrutural, 2025.

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