



# ENGENHARIA DE PISOS INDUSTRIAIS

DESEMPENHO, PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS E EFICIÊNCIA ECONÔMICA



LUIS GUSTAVO MENDES PERCIN

# ENGENHARIA DE PISOS INDUSTRIAIS

Desempenho, prevenção de patologias e eficiência econômica  
1ª Edição



Autor

*Luis Gustavo Mendes Perecin*

DOI: 10.47538/AC-2026.37



Ano 2026

# ENGENHARIA DE PISOS INDUSTRIAIS

Desempenho, prevenção de patologias e eficiência econômica  
1ª Edição

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO  
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ

P486e

Perecin, Luis Gustavo Mendes  
Engenharia de pisos industriais [recurso eletrônico] : desempenho, prevenção de patologias e eficiência econômica. - 1. ed. - Natal [RN] : Amplamente, 2026.  
recurso digital

Formato: ebook  
Modo de acesso: world wide web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5321-116-2  
DOI 10.47538/AC-2026.37

1. Pavimentos de concreto. 2. Pisos de concretos. 3. Livros eletrônicos.

26-104518.0

CDD: 625.84  
CDU: 692.552



Carla Rosa Martins Gonçalves - Bibliotecária - CRB-7/4782

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Editora Amplamente.

Editora Amplamente

Empresarial Amplamente Ltda.

CNPJ: 35.719.570/0001-10

publicacoes@editoraamplamente.com.br

www.editoraamplamente.com

Telefone: (84) 999707-2900

Caixa Postal: 3402

CEP: 59082-971

Natal - Rio Grande do Norte – Brasil

Copyright do Texto © 2026 Os autores

Copyright da Edição © 2026 Editora

Amplamente

Declaração dos autores/ Declaração da Editora: disponível em

<https://www.amplamentecursos.com/politicas-editoriais>

Editora-Chefe: Dayana Lúcia R. de Freitas

Assistentes Editoriais: Caroline Rodrigues de F. Fernandes; Margarete Freitas Baptista

Bibliotecária: Carla Rosa Martins Gonçalves  
CRB-7/4782

Projeto Gráfico, Edição de Arte e Diagramação: Luciano Luan Gomes Paiva;

Caroline Rodrigues de F. Fernandes

Capa: Canva®/Freepik®

Parecer e Revisão por pares: Revisores  
CONSULTORIA TÉCNICA E REVISÃO

CRÍTICA: Rita de Cássia Soares Duque

Creative Commons. Atribuição-  
NãoComercial-SemDerivações 4.0  
Internacional (CC-BY-NC-ND).



Ano 2026

# SUMÁRIO

<b>SOBRE O AUTOR.....</b>	<b>6</b>
<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>8</b>
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>14</b>
<b>A CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL CONTEMPORÂNEA E OS DESAFIOS ESTRUTURAIS DOS PISOS DE CONCRETO</b>	
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>24</b>
<b>FUNDAMENTOS TÉCNICOS DOS PISOS INDUSTRIAIS DE CONCRETO MOLDADOS IN LOCO SOBRE O SOLO</b>	
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>41</b>
<b>PATOLOGIAS E FALHAS ESTRUTURAIS EM PISOS INDUSTRIAIS DE CONCRETO</b>	
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>64</b>
<b>O MÉTODO PREVER APLICADO À ENGENHARIA DE PISOS INDUSTRIAIS</b>	
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>81</b>
<b>APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO PREVER EM OBRAS INDUSTRIAIS</b>	



Ano 2026

<b>CAPÍTULO VI .....</b>	<b>90</b>
<b>CASOS APLICADOS E EVIDÊNCIAS DE DESEMPENHO</b>	
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>98</b>
<b>GLOSSÁRIO .....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>108</b>
Apêndice A: Quadro-síntese do Método PREVER .....	108
Apêndice B: Fluxograma Método Prever .....	109
Apêndice C: Checklist técnico de obra - Método PREVER	110
Apêndice D — Quadro de erros recorrentes e suas consequências.....	111
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>112</b>

## SOBRE O AUTOR

**Luis Gustavo Mendes Percin** é engenheiro civil com atuação consolidada na interface entre planejamento construtivo, controle técnico, engenharia de custos e desempenho de empreendimentos de alta complexidade. Sua trajetória profissional foi desenvolvida em ambientes industriais e automotivos de elevada exigência operacional, nos quais precisão técnica, disciplina executiva e confiabilidade de resultados constituem requisitos fundamentais.

Ao longo de sua carreira, participou de projetos de grande porte nos quais a integração entre projeto, execução, orçamento e controle não representa um diferencial, mas uma condição essencial para o sucesso do empreendimento. Essa experiência permitiu o desenvolvimento de uma abordagem estruturada voltada à melhoria do desempenho técnico, à previsibilidade econômica e à redução de falhas recorrentes em ambientes construtivos complexos.

Sua atuação profissional é orientada por uma visão integrada da engenharia, na qual a solução técnica envolve não apenas a resposta construtiva, mas também a antecipação de riscos, a organização do processo decisório e a governança eficiente dos recursos. Essa abordagem fundamenta a criação do Método PREVER, concebido como um modelo sistemático para a tomada de decisão técnica e para a melhoria da confiabilidade em pisos industriais de concreto.

Ao articular experiência prática, rigor metodológico e análise crítica de campo, Luis Percin desenvolveu uma contribuição aplicada voltada à redução de patologias, ao aumento da durabilidade dos pavimentos e à otimização do desempenho operacional. Seu trabalho se destaca pela capacidade de transformar conhecimento técnico em soluções replicáveis e mensuráveis em contextos reais de engenharia.

Sua contribuição apresenta aplicabilidade em contextos internacionais, especialmente em mercados que demandam elevada integração entre engenharia, controle de custos e desempenho operacional. Ao reunir experiência em ambientes submetidos a padrões multinacionais e ao propor uma abordagem metodológica própria, Luis Perecin posiciona-se como profissional capaz de contribuir para projetos que exigem eficiência construtiva, previsibilidade econômica e estabilidade operacional em larga escala.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante ao longo da caminhada e pela força silenciosa que sustentou cada etapa deste percurso.

À família, pelo apoio, pela compreensão e pela presença que ampara mesmo nos períodos em que o trabalho exige recolhimento, entrega e persistência. Toda conquista intelectual também carrega, em sua base, vínculos, afetos e gestos de sustentação que nem sempre aparecem, mas permanecem em cada etapa vencida.

Aos mestres e aos ensinamentos acadêmicos, pela contribuição decisiva na formação do pensamento, do rigor técnico e da disciplina necessária à construção de um trabalho comprometido com a seriedade e a responsabilidade profissional.

Esta obra também é fruto das experiências acumuladas ao longo da trajetória profissional, dos desafios enfrentados, das observações construídas na prática e das aprendizagens amadurecidas em diferentes contextos de atuação. Muito do que se encontra nestas páginas nasceu da convergência entre estudo, vivência técnica e reflexão contínua sobre os problemas e as possibilidades da área.

Por fim, fica registrado o agradecimento a todos que, de algum modo, fizeram parte deste percurso e contribuíram para que este projeto se tornasse realidade. Esta obra é resultado de trabalho persistente, confiança, presença e aprendizado compartilhado ao longo de uma trajetória construída com dedicação e sentido.

# APRESENTAÇÃO

A engenharia de pisos industriais assume, na contemporaneidade, um papel estratégico no desempenho global das edificações produtivas. Mais do que elementos de suporte, esses sistemas configuram-se como interfaces críticas entre a concepção estrutural, a operação logística e a durabilidade do empreendimento. É nesse contexto que se insere a presente obra, que convida o leitor a repensar, de forma integrada e metodologicamente orientada, os fundamentos que sustentam a confiabilidade dos pisos industriais de concreto.

Ao longo deste livro, Luis Gustavo Mendes Percin conduz uma análise consistente e tecnicamente rigorosa sobre os múltiplos fatores que influenciam o comportamento dos pisos moldados in loco sobre o solo. A obra parte de uma constatação essencial: embora haja amplo conhecimento disponível sobre dimensionamento, materiais, execução e controle, a fragmentação dessas dimensões ainda compromete o desempenho final do sistema. Assim, o autor propõe superar essa dissociação por meio de uma abordagem articulada, na qual decisões técnicas são tratadas de forma sistêmica e orientadas por critérios de desempenho ao longo do tempo.

Um dos principais diferenciais do livro reside na proposição do Método PREVER, apresentado como uma ferramenta metodológica voltada à prevenção de patologias e à otimização do desempenho estrutural e econômico. Mais do que um conjunto de recomendações, o método estrutura uma lógica de decisão que integra variáveis fundamentais da engenharia de pisos industriais, promovendo maior previsibilidade, controle e eficiência nas etapas de concepção, execução e manutenção.

Destinada a engenheiros, projetistas, gestores de obras e profissionais da construção civil, esta obra se consolida como uma

contribuição relevante para o campo técnico, ao propor não apenas a ampliação do conhecimento, mas, sobretudo, sua reorganização em bases mais coerentes e aplicáveis. Ao enfatizar a importância da prevenção, da integração e da disciplina técnica, o livro reafirma que a qualidade dos pisos industriais não é fruto do acaso, mas resultado de decisões bem fundamentadas e cuidadosamente articuladas.

Dessa forma, Engenharia de Pisos Industriais: Desempenho, prevenção de patologias e eficiência econômica apresenta-se como uma leitura indispensável para aqueles que buscam elevar o padrão técnico de suas práticas e compreender, em profundidade, os desafios e as soluções que envolvem esse componente essencial da construção industrial.

Desejamos boa leitura!

# INTRODUÇÃO

A construção industrial contemporânea impôs aos sistemas construtivos exigências crescentes de confiabilidade, estabilidade funcional e permanência de desempenho. Nesse cenário, os pisos industriais de concreto ocupam posição técnica de primeira ordem. Sobre eles incidem cargas elevadas, tráfego mecanizado, solicitações repetidas, exigências geométricas rigorosas e forte dependência de continuidade operacional. Quando seu comportamento se desorganiza, os efeitos não permanecem circunscritos à superfície executada. Alcançam a previsibilidade do uso, a segurança operacional, a manutenção e o custo global do empreendimento.

Apesar dessa centralidade, o tratamento técnico dos pisos industriais ainda comparece, com frequência, sob lógica compartimentada. Dimensionamento, apoio, materiais, execução, controle, patologia e custo tendem a ser abordados como frentes autônomas, satisfatórias em aparência, porém frágeis quando submetidas à complexidade efetiva da obra. Nessas condições, a insuficiência técnica nem sempre decorre da ausência de conhecimento especializado. Decorre, com frequência, da dissociação entre variáveis que o desempenho do sistema exige manter articuladas.

É nesse ponto que se delimita o recorte desta obra: pisos industriais de concreto moldados in loco sobre o solo, examinados sob três eixos inseparáveis, desempenho estrutural, prevenção de patologias e eficiência econômica. O problema que organiza o livro não se resume, por isso, à descrição do sistema nem ao inventário de manifestações patológicas. Seu núcleo reside em sustentar que a confiabilidade do piso industrial resulta da compatibilização criteriosa entre contexto de uso, solução estrutural, disciplina

executiva, verificação técnica e permanência funcional ao longo do tempo.

A resposta proposta assume forma metodológica. Em vez de acrescentar mais um repertório de recomendações dispersas ao acervo técnico já disponível, o livro propõe uma arquitetura de ordenação da decisão voltada à engenharia de pisos industriais. É sob esse horizonte que se apresenta o Método PREVER, concebido como instrumento de apoio à concepção, à execução e ao controle técnico, com orientação preventiva e base verificável. Seu propósito não consiste em reagir tardiamente ao dano, mas em reorganizar, de modo prévio, as condições que tornam o desempenho confiável.

A singularidade do PREVER reside no fato de que sua contribuição não se confunde com a simples reafirmação de boas práticas. Boas práticas, quando isoladas, tendem a conservar utilidade parcial. O método, em sentido mais rigoroso, introduz uma matriz de leitura capaz de conferir unidade técnica a decisões que, na rotina da obra, frequentemente se dispersam. É dessa estrutura que deriva sua replicabilidade. O PREVER foi formulado para operar como chave metodológica reaplicável em contextos industriais distintos, desde que submetidos a leitura técnica rigorosa, compatibilização prévia e aferição contínua do desempenho.

A arquitetura do livro responde diretamente a essa proposição. A obra se organiza em progressão deliberada: parte da contextualização da construção industrial contemporânea e dos desafios associados aos pisos de concreto; avança para os fundamentos técnicos do sistema; examina, em seguida, as patologias e suas causas; fórmula, depois, o Método PREVER; e culmina, por fim, em sua aplicação prática em obras industriais. Essa sequência não cumpre função meramente expositiva. Estrutura, em realidade, um percurso de maturação do problema até sua reorganização em chave metodológica.

Este livro, assim, não se oferece como resposta simplificada a um problema tecnicamente denso. Sua ambição é mais exigente.

Procura reorganizar o modo de pensar a engenharia dos pisos industriais de concreto, de forma que a confiabilidade deixe de depender de correções tardias e passe a resultar de decisões coerentes, preventivas e tecnicamente articuladas. Em um campo no qual o conhecimento especializado já se encontra disponível, mas nem sempre comparece de modo integrado ao longo da obra, o desafio maior talvez não seja produzir mais informação, e sim construir melhor disciplina de decisão. É precisamente nesse ponto que o PREVER pretende intervir, convertendo coerência técnica em princípio de condução da obra.

## CAPÍTULO I

# A CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL CONTEMPORÂNEA E OS DESAFIOS ESTRUTURAIS DOS PISOS DE CONCRETO

A construção industrial contemporânea passou a operar sob parâmetros de desempenho cada vez mais rigorosos, impulsionados pela intensificação dos fluxos logísticos, pela necessidade de continuidade operacional e pela crescente exigência de confiabilidade dos sistemas construtivos. Em instalações produtivas, centros de distribuição, galpões logísticos e unidades de armazenagem, a edificação deixou de ser compreendida como mero invólucro físico da atividade econômica e passou a ser tratada como infraestrutura diretamente vinculada à eficiência do processo produtivo. Nesse cenário, a avaliação técnica dos componentes construtivos não pode ser dissociada do regime de uso ao qual estão submetidos, nem das exigências operacionais que lhes conferem sentido funcional.

Entre os elementos que mais influenciam o desempenho desses ambientes, os pisos industriais de concreto ocupam posição de destaque. Isso ocorre porque sua função ultrapassa a condição de superfície de circulação e alcança a de suporte direto das cargas distribuídas e concentradas que decorrem da operação cotidiana. O piso recebe tráfego constante de empilhadeiras, transpaleteiras, equipamentos de movimentação e sistemas de armazenagem, além de estar submetido a solicitações mecânicas repetidas, abrasão, impactos localizados e demandas severas de estabilidade geométrica. Sua resposta estrutural, portanto, interfere diretamente na segurança operacional, na conservação dos equipamentos, na integridade dos produtos armazenados e na fluidez dos processos internos.

Essa centralidade funcional impõe uma mudança de perspectiva. Em vez de ser tratado como componente secundário da obra, o piso industrial precisa ser compreendido como sistema técnico cuja qualidade afeta, de forma direta, o comportamento global da instalação. Segundo ACI Committee 360 (2010), o desempenho adequado de pisos apoiados sobre o solo depende da interação entre características do subleito, propriedades do concreto, dimensionamento estrutural e qualidade da execução. Essa formulação tem especial relevância no contexto industrial, pois demonstra que o comportamento do piso não decorre de uma decisão isolada, mas de um encadeamento técnico que começa no planejamento e se prolonga até o controle da obra.

Essa compreensão torna-se ainda mais necessária quando se observa a crescente especialização dos ambientes industriais e logísticos. A elevação do padrão de armazenagem, a mecanização das operações, a racionalização dos fluxos internos e a redução das margens de tolerância para interrupções tornam o piso uma interface entre engenharia estrutural, desempenho operacional e gestão da produção. Quando sua concepção ou sua execução não correspondem às condições reais de uso, os efeitos ultrapassam a dimensão construtiva e repercutem na rotina operacional, na manutenção corretiva e na vida útil da instalação. Em outras palavras, a engenharia do piso industrial integra um campo em que desempenho físico e racionalidade econômica se encontram de forma permanente.

A leitura adotada nesta obra também se apoia em experiências desenvolvidas em empreendimentos industriais e instalações de elevada complexidade técnica. Não se trata, portanto, de formulação abstrata dissociada da realidade executiva, mas de uma construção analítica vinculada à inserção profissional do autor em contextos marcados por elevada exigência técnica, controle rigoroso de custos, condicionantes operacionais severas e padrões executivos compatíveis com ambientes industriais de grande porte.

Essa trajetória, construída em obras relacionadas à implantação fabril, a instalações especiais, a superfícies submetidas a solicitações intensas e a empreendimentos que exigem articulação entre engenharia, planejamento e governança financeira, confere à discussão um lastro empírico consistente. Nessa direção, o estudo dos pisos industriais de concreto não se desenvolve como exame isolado de um subsistema construtivo, mas como análise integrada de desempenho, execução, durabilidade, risco e racionalidade econômica, pressuposto que orienta a compreensão das exigências contemporâneas da construção industrial.

### **1.1 Construção industrial contemporânea e exigências de desempenho**

A contemporaneidade industrial é marcada por um ambiente de produção em que previsibilidade, continuidade e eficiência deixaram de ser atributos desejáveis e passaram a constituir exigências estruturantes. A obra industrial, nesse contexto, não se limita a atender critérios convencionais de estabilidade e resistência. Ela deve responder também à velocidade dos fluxos logísticos, ao ritmo dos equipamentos de movimentação, à compatibilidade com sistemas de armazenagem de alta densidade e à necessidade de redução de paradas para manutenção. Isso significa que o desempenho da edificação não pode ser analisado de forma fragmentada, pois sua funcionalidade depende da articulação entre os vários sistemas que a compõem.

Nos empreendimentos industriais, essa realidade se manifesta de modo evidente no comportamento do piso. O que, em outras tipologias construtivas, poderia ser percebido como base física do espaço, aqui assume papel decisivo na sustentação da dinâmica produtiva. A superfície deve apresentar capacidade resistente compatível com cargas intensas, regularidade geométrica suficiente para o tráfego seguro e eficiente dos equipamentos, resistência ao desgaste e comportamento durável sob uso contínuo. Não se trata,

portanto, de uma exigência periférica, mas de uma condição inerente ao desempenho global da instalação.

Ao discutir estruturas de concreto, P. Kumar Mehta e Paulo J. M. Monteiro (2014) observam que seu desempenho depende da interação entre projeto, materiais e execução. Embora essa formulação possua alcance amplo, ela adquire contornos particularmente expressivos quando aplicada aos pisos industriais, pois esses elementos operam sob solicitações repetidas e sob tolerâncias funcionais mais rigorosas do que aquelas verificadas em componentes correntes da edificação. Da mesma forma, Adam M. Neville (2011) sustenta que a durabilidade do concreto não resulta exclusivamente da qualidade intrínseca do material, mas do conjunto de decisões adotadas ao longo do processo construtivo. Em pisos industriais, essa premissa revela-se especialmente pertinente, já que pequenas inadequações de base, cura, acabamento ou controle geométrico podem comprometer o desempenho em serviço de maneira desproporcional.

Assim, a construção industrial contemporânea não demanda somente resistência estrutural em sentido abstrato. Ela requer desempenho tecnicamente coerente com o ambiente operacional, com as cargas previstas, com o padrão de uso e com a expectativa de vida útil da estrutura. Essa exigência redefine o lugar do piso no projeto industrial e exige leitura mais integrada de seus condicionantes técnicos.

## **1.2 O piso de concreto como elemento estrutural e operacional**

Os pisos industriais de concreto são elementos estruturais concebidos para suportar solicitações complexas e repetitivas, próprias de ambientes industriais e logísticos. Sua função ultrapassa a formação de uma superfície resistente e regular, pois, integra o funcionamento físico e operacional da instalação.

Nesses ambientes, o piso serve de suporte para equipamentos, cargas armazenadas, circulação mecanizada e rotinas produtivas que exigem regularidade geométrica, integridade superficial e comportamento durável ao longo do tempo. Por essa razão, seu desempenho interfere diretamente na estabilidade das operações e na confiabilidade do empreendimento.

A compreensão técnica desse sistema exige duas dimensões complementares. A primeira é a **estrutural**, associada à capacidade de resistir a cargas distribuídas, cargas concentradas, esforços localizados e deformações compatíveis com a segurança e com o uso previsto. A segunda é a **operacional**, vinculada à manutenção da regularidade superficial, da estabilidade dimensional, da resistência ao desgaste e da continuidade funcional em condições severas de solicitação.

Quando uma dessas dimensões é desconhecida, o piso deixa de responder adequadamente às exigências para as quais foi concebido. Em razão disso, sua análise não pode ser fragmentada nem reduzida a parâmetros isolados.

Segundo o ACI Committee 360 (2010), o desempenho de pisos sobre o solo decorre da interação entre características do subleito, propriedades do concreto, dimensionamento estrutural e qualidade da execução. Essa formulação afasta leituras simplificadoras, pois demonstra que o comportamento do sistema não pode ser explicado por uma única variável, como a resistência à compressão do concreto ou a espessura da placa.

O desempenho do piso resulta, em verdade, de uma cadeia técnica integrada, na qual decisões de projeto, escolha dos materiais, condição de suporte e procedimentos executivos atuam de forma interdependente. Em pisos industriais, essa interação torna-se ainda mais sensível, em virtude da intensidade das cargas, da repetição das solicitações e das exigências de funcionamento contínuo.

Mehta e Monteiro (2014) observam que o concreto, como material de engenharia, tem seu desempenho condicionado pela

microestrutura, pelas propriedades físicas e mecânicas e pelo modo como é produzido, lançado, adensado e curado. No caso dos pisos industriais, essa observação assume relevo particular, pois o comportamento em serviço depende não só da resistência especificada, mas da relação entre material e processo construtivo.

Na mesma direção, Neville (2011) assinala que a durabilidade das estruturas de concreto está diretamente associada às condições de execução e às decisões técnicas adotadas ao longo da obra. Nos pisos industriais, submetidos a desgaste funcional elevado e solicitações repetitivas, essa relação torna-se ainda mais evidente.

Assim, o piso industrial deve ser compreendido como componente simultaneamente estrutural e operacional. Sua adequada concepção requer leitura técnica compatível com a complexidade do ambiente de uso, sob pena de converter um elemento central ao funcionamento da instalação em origem recorrente de falhas técnicas e perdas econômicas.

### **1.3 Falhas recorrentes e repercussões técnicas**

Apesar de sua relevância estrutural e operacional, os pisos industriais de concreto ainda apresentam falhas recorrentes que comprometem seu desempenho em serviço. Entre as manifestações mais frequentes estão a fissuração prematura, a delaminação superficial, o desgaste acelerado, as deformações e a perda de funcionalidade.

A permanência desses problemas, tanto na prática construtiva quanto na literatura técnica, indica que ainda subsistem deficiências de coordenação entre planejamento, dimensionamento, execução e verificação inicial do comportamento do sistema. Em muitos casos, a manifestação patológica não resulta de uma causa isolada, mas da combinação de decisões técnicas insuficientemente articuladas ao longo do processo construtivo.

Na proposta conceitual deste livro, tais ocorrências são compreendidas como expressões de falhas associadas às etapas de concepção, especificação ou execução. Mais do que registrar o dano instalado, interessa examinar as condições técnicas que o antecedem e que favorecem seu aparecimento.

Kosmatka e Wilson (2016) assinalam que fissuras e falhas superficiais podem estar relacionadas à retração excessiva, à cura deficiente, ao controle inadequado das juntas e a outras insuficiências de natureza executiva. Essa leitura é relevante porque desloca a análise da patologia como efeito visível para a compreensão de suas origens técnicas.

Na mesma direção, Neville (2011) sustenta que a durabilidade do concreto não decorre de uma propriedade isolada do material, mas do conjunto de condições que definem sua produção e seu desempenho em serviço. Em pisos industriais, esse entendimento permite reconhecer que manifestações localizadas, como fissuração ou desgaste superficial, podem refletir inconsistências mais amplas na relação entre base, concreto, espessura, cura, acabamento e regime real de uso.

As repercussões dessas falhas ultrapassam a dimensão material do elemento construtivo. Em instalações industriais e logísticas, a perda de desempenho do piso pode restringir a circulação, exigir intervenções corretivas, elevar o risco de acidentes, comprometer o nivelamento funcional e reduzir a confiabilidade operacional do sistema.

Nessas condições, a patologia do piso não representa simples anomalia construtiva. Ela interfere diretamente na estabilidade do funcionamento do empreendimento e na racionalidade técnica que sustenta sua operação.

Cabe registrar, contudo, que esta seção não pretende esgotar a classificação das patologias nem examinar detalhadamente seus mecanismos específicos. Esse aprofundamento será desenvolvido no Capítulo 3. Neste ponto da argumentação, importa destacar que

a recorrência dessas manifestações constitui evidência concreta de um problema técnico persistente, cuja análise requer abordagem integrada e preventiva.

#### **1.4 Desempenho, durabilidade e decisões técnicas**

O desempenho dos pisos industriais de concreto decorre da articulação entre decisões técnicas tomadas ao longo de todo o processo construtivo. Seu comportamento em serviço depende da coerência entre condições de suporte, especificação dos materiais, dimensionamento da placa, definição das juntas e procedimentos de execução.

Essa lógica afasta interpretações reducionistas. Em pisos industriais, o desempenho não pode ser atribuído satisfatoriamente a uma variável isolada, pois resulta da interação entre escolhas que se acumulam desde a concepção até a liberação inicial para uso.

Mehta e Monteiro (2014) sustentam que o desempenho das estruturas de concreto depende da relação entre projeto, propriedades dos materiais e controle de execução. Para os pisos industriais, essa formulação é particularmente relevante, porque evidencia que a resposta do sistema não se define no projeto de modo abstrato, mas na correspondência entre o que foi concebido e o que efetivamente se materializa no canteiro.

Nessa perspectiva, não há separação rígida entre concepção e construção. Uma solução tecnicamente adequada no papel pode apresentar comportamento insatisfatório quando encontra suporte deficiente, execução incompatível, cura insuficiente ou acabamento inadequado.

Neville (2011) observa que a durabilidade do concreto está vinculada ao conjunto de decisões adotadas durante a obra. Em pisos industriais, isso significa reconhecer que manifestações de baixo desempenho podem ocorrer mesmo quando a resistência nominal do concreto atende à especificação, caso subsistam

deficiências relacionadas ao suporte, ao controle da retração, à cura, ao acabamento ou à verificação das condições iniciais de serviço.

Kosmatka e Wilson (2016), ao tratarem da dosagem e do controle das misturas, reforçam a importância de decisões integradas para reduzir falhas e qualificar a relação entre custo e desempenho ao longo da vida útil. Sob essa ótica, a engenharia de pisos industriais não se resume à elevação da resistência mecânica nem ao aumento da espessura da placa.

Seu problema central consiste em compatibilizar exigências estruturais, condições de execução, demandas operacionais e racionalidade econômica em uma sequência tecnicamente coerente. É precisamente dessa necessidade de coordenação que decorre a exigência de uma abordagem sistematizada para orientar a tomada de decisão.

### **1.5 Repercussões econômicas e necessidade de uma abordagem sistematizada**

No ambiente industrial, as falhas em pisos de concreto produzem efeitos que ultrapassam o dano físico localizado. Fissuras, deformações, desgaste acelerado e falhas superficiais podem comprometer a circulação, restringir áreas de armazenagem, exigir intervenções corretivas e afetar a continuidade das operações.

Nessas condições, o piso deixa de ser avaliado exclusivamente como componente construtivo e passa a integrar uma zona de interseção entre desempenho técnico, gestão operacional e racionalidade econômica. Seu mau funcionamento repercute não apenas na integridade do sistema, mas também na eficiência global da instalação.

A proposta conceitual deste livro parte do entendimento de que falhas em pisos industriais tendem a gerar custos diretos e indiretos acumulativos. Entre eles, destacam-se reparos emergenciais, paralisações parciais, redução da vida útil, aumento da

manutenção e perda de produtividade. A inadequação técnica, portanto, não permanece circunscrita ao elemento afetado, mas projeta efeitos sobre o desempenho do empreendimento como um todo.

Kosmatka e Wilson (2016) observam que soluções construtivas de melhor qualidade tendem a apresentar relação mais favorável entre custo e desempenho ao longo do ciclo de vida da estrutura. Para os pisos industriais, essa formulação é particularmente relevante, pois o custo inicial, isoladamente considerado, não expressa a racionalidade econômica do sistema.

Uma solução aparentemente mais econômica pode revelar-se onerosa quando compromete a durabilidade, a regularidade funcional ou a resistência ao desgaste. Nesses casos, o ganho imediato cede lugar ao aumento de manutenção, às intervenções corretivas e à redução da confiabilidade operacional.

É nesse contexto que se justifica a adoção de uma abordagem sistematizada de análise e decisão. Diante da multiplicidade de variáveis envolvidas e das repercussões técnicas e econômicas das escolhas adotadas, torna-se necessário organizar o processo decisório de forma coerente, preventiva e tecnicamente orientada.

A resposta proposta pela obra será desenvolvida por meio do Método PREVER, concebido como estrutura de apoio ao planejamento, à execução e ao controle de pisos industriais de concreto. Sua apresentação, contudo, exige base progressiva e fundamentação técnica consistente.

Com isso, este capítulo cumpre sua função de delimitar o problema e explicitar sua relevância. A partir dessa base, o capítulo seguinte avançará para o exame mais detido dos fundamentos estruturais, materiais e executivos que condicionam o comportamento dos pisos industriais de concreto.

## CAPÍTULO II

# FUNDAMENTOS TÉCNICOS DOS PISOS INDUSTRIAIS DE CONCRETO MOLDADOS IN LOCO SOBRE O SOLO

O presente capítulo examina os fundamentos técnicos indispensáveis à compreensão dos pisos industriais de concreto moldados in loco sobre o solo. Seu propósito não consiste em oferecer um manual exaustivo de cálculo, tampouco em antecipar o exame detalhado das patologias. Busca-se, antes, estabelecer os elementos conceituais, estruturais, executivos e normativos que condicionam o comportamento desses sistemas.

A análise concentra-se nos fatores que condicionam a resposta técnica do piso em serviço, entre os quais se destacam as condições de apoio, as propriedades do concreto, a geometria da placa, o regime de carregamento, o detalhamento das juntas, o controle geométrico e a qualidade da execução. Esse enquadramento encontra respaldo no ACI Committee 360 (2010), que trata as *slabs-on-ground* como sistemas cujo comportamento depende das condições de suporte do subleito, das características da placa, dos carregamentos incidentes e das soluções de detalhamento adotadas. Nessa perspectiva, a compreensão do piso industrial requer articulação entre constituição física, resposta mecânica e condições efetivas de solicitação.

Em complemento, o ACI Committee 302 (2015) evidencia que o desempenho do piso também se vincula às práticas construtivas, ao preparo da base, ao acabamento, à cura e ao controle das tolerâncias. Com isso, o exame técnico do sistema ultrapassa o plano estritamente resistente e incorpora variáveis executivas que interferem diretamente no comportamento final da estrutura.

No âmbito específico dos pisos industriais, o relatório TR34, da The Concrete Society, destaca que a resposta funcional e estrutural desses sistemas deve ser compreendida à luz das solicitações operacionais que sobre eles incidem, sobretudo em contextos marcados por tráfego mecanizado, cargas concentradas e exigências rigorosas de regularidade superficial. Esse enquadramento é relevante porque vincula a análise técnica ao ambiente efetivo de uso, no qual o piso integra a dinâmica material das operações.

Com base nesse núcleo bibliográfico, o capítulo organiza sua exposição em sete eixos articulados: definição do sistema, constituição em camadas, comportamento sob carga, soluções de reforço, juntas e deformações, controle geométrico e enquadramento normativo brasileiro. Entre esses eixos, a delimitação conceitual do sistema ocupa posição inaugural, pois orienta a leitura das camadas constitutivas, da lógica resistente e das exigências técnicas examinadas nas seções subsequentes.

## **2.1 Conceito técnico de piso industrial de concreto e sua distinção em relação a outros sistemas**

O piso industrial de concreto moldado in loco sobre o solo consiste em uma placa de concreto apoiada diretamente no terreno ou sobre camadas preparadas para esse fim, concebida para receber ações mecânicas próprias de ambientes industriais e logísticos. Seu dimensionamento e seu detalhamento decorrem das condições reais de uso, especialmente da presença de cargas concentradas, solicitações repetitivas, equipamentos de movimentação e exigências de regularidade funcional.

Do ponto de vista técnico, trata-se de uma estrutura do tipo *slab-on-ground*, cuja resposta depende da interação entre a placa e o sistema de apoio. Nessa condição, o comportamento do piso está associado à rigidez relativa entre concreto e subleito, à espessura da placa, às dimensões dos painéis, ao regime de carregamento e às

condições de contorno. O conceito, portanto, não se limita ao material empregado, mas envolve a forma de apoio e o modo de transferência das ações ao terreno.

No âmbito dos pisos industriais, essa base conceitual assume contornos mais específicos, pois o sistema passa a ser definido não só pela condição de placa apoiada sobre o solo, mas também pelas exigências operacionais do ambiente em que será empregado. Áreas de armazenagem, corredores de tráfego mecanizado, zonas de carga e descarga e espaços submetidos a uso intensivo impõem tolerâncias, solicitações e requisitos de desempenho que afastam qualquer compreensão uniforme do piso industrial. Sua configuração técnica varia conforme as ações de serviço, as condições do suporte, a geometria da área, o padrão operacional da instalação e o nível de desempenho requerido, o que exige leitura articulada entre estrutura, uso e construtibilidade.

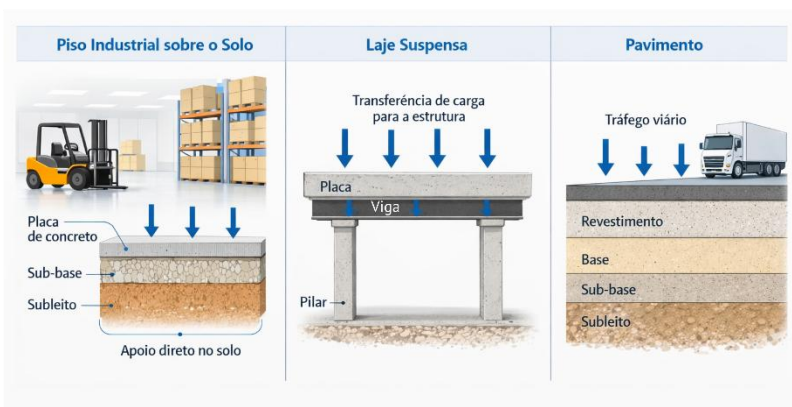
A distinção entre piso industrial, laje suspensa e pavimento deve ser explicitada para evitar aproximações conceituais imprecisas. A laje suspensa transfere suas cargas predominantemente para elementos da superestrutura, como vigas, pilares ou paredes, inserindo-se em regime resistente diverso daquele observado nas placas apoiadas sobre o solo.

O pavimento, por sua vez, também se apoia sobre camadas inferiores, mas responde a outra lógica de projeto, associada à circulação viária, às solicitações de tráfego externo, às condições ambientais de exposição e a critérios normativos próprios da engenharia rodoviária e urbana.

O piso industrial moldado in loco sobre o solo ocupa posição específica nesse conjunto. Embora compartilhe com o pavimento a condição de estrutura apoiada em camadas subjacentes e, com a laje, a natureza de elemento em placa, sua singularidade reside no fato de estar orientado pelas exigências internas da edificação e pelo desempenho funcional requerido em operações produtivas e logísticas.

Essa distinção pode ser visualizada de modo sintético na Figura 1, que compara os diferentes modos de apoio, transferência de cargas e contextos de uso associados ao piso industrial sobre o solo, à laje suspensa e ao pavimento.

**Figura 1 – Comparação conceitual entre piso industrial de concreto moldado *in loco* sobre o solo, laje suspensa e pavimento.**



**Fonte:** elaboração própria do autor (2026), com base em ACI Committee 360 (2010), The Concrete Society (TR34) e Ringo e Anderson (1996).

Como sintetiza a Figura 1, o piso industrial distingue-se por reunir apoio direto sobre o solo, solicitação mecânica vinculada ao uso interno da instalação e exigência simultânea de resposta estrutural e funcional. Essa combinação justifica seu tratamento autônomo no âmbito deste livro e fornece a base conceitual necessária para o exame das camadas constitutivas do sistema, desenvolvido na seção seguinte.

## 2.2 Constituição do sistema: subleito, sub-base, barreira de vapor, placa e superfície funcional

O piso industrial moldado in loco sobre o solo deve ser compreendido como sistema multicamadas, composto por subleito preparado, eventual camada intermediária de regularização, sub-base granular quando especificada, barreira de vapor ou umidade, placa de concreto e superfície funcional resultante do acabamento e do controle geométrico.

Para explicitar essa lógica construtiva, a **Figura 2** apresenta, de forma esquemática, as camadas que compõem o piso industrial de concreto moldado in loco sobre o solo.

**Figura 2.** Esquema das camadas do piso industrial de concreto moldado in loco sobre o solo



**Fonte:** elaboração própria, com base em ACI Committee 360 (2010), ACI Committee 302 (2015) e ASTM E1643-24.

O subleito corresponde à camada de apoio natural ou preparada sobre a qual o sistema será implantado. Sua qualidade

deve ser avaliada não só pela capacidade de suporte, mas também pela uniformidade e pela estabilidade de comportamento ao longo da área executada. O ACI Committee 360 (2010) assinala que a resposta das *slabs-on-ground* depende, em larga medida, das condições oferecidas pelo suporte inferior, pois é por meio desse contato que a placa transfere ao solo as ações mecânicas incidentes.

Quando o subleito apresenta heterogeneidade, rigidez inadequada ou perda de estabilidade, o sistema tende a desenvolver deformações diferenciais, concentrações localizadas de tensão e redução da confiabilidade em serviço. Por isso, sua preparação constitui etapa determinante para o comportamento global do piso.

Sobre esse apoio, pode ser prevista uma camada intermediária de regularização, destinada a corrigir irregularidades superficiais e a compatibilizar a interface entre o subleito preparado e os elementos subsequentes do sistema. Em determinadas soluções, também se especifica sub-base granular, com função mais definida na uniformização do apoio, na melhoria da regularidade, na separação entre materiais e, em certos casos, na organização da drenagem sob a placa.

Essa distinção é relevante porque nem toda camada intermediária exerce o mesmo papel técnico. Sua caracterização interfere diretamente na leitura do sistema e na forma como se distribuem as condições de apoio da placa.

O ACI Committee 302 (2015) atribui especial importância ao preparo da base de apoio ao destacar que a qualidade da superfície sobre a qual o concreto será lançado interfere no nivelamento, no acabamento, na espessura efetiva da placa e no comportamento inicial do conjunto. Isso significa que o desempenho do piso começa a ser condicionado antes da concretagem, na preparação física da interface de apoio.

Outro componente de elevada relevância é a barreira de vapor ou umidade. Em pisos apoiados diretamente sobre o solo, a ascensão de umidade pode afetar revestimentos, adesivos,

estabilidade dimensional e comportamento superficial. A ASTM E1643-24 estabelece critérios para seleção, projeto, instalação e inspeção de *water vapor retarders* em contato com o solo ou com preenchimento granular sob lajes de concreto.

Em pisos industriais, contudo, a adoção dessa barreira não deve ser tratada como expediente automático. Sua presença, ausência ou posição no sistema deve ser compatibilizada com a tipologia de uso, com a eventual aplicação de revestimentos, com as condições de umidade do terreno e com os efeitos produzidos sobre a hidratação, a secagem e o comportamento da placa ao longo do tempo.

A placa de concreto constitui o elemento estrutural principal do sistema. Nela se desenvolvem os esforços de flexão, as tensões induzidas por cargas concentradas e distribuídas, os efeitos de retração e as deformações associadas ao uso industrial. Sua espessura, composição e detalhamento devem ser definidos em conformidade com as condições de apoio e com as solicitações previstas em serviço.

Por fim, a superfície funcional resulta do acabamento executado, da regularidade geométrica obtida e da compatibilidade entre desempenho superficial e operação prevista. O ACI Committee 302 (2015) evidencia que acabamento, cura, juntas, nivelamento e planicidade integram o desempenho global do sistema. Em ambientes industriais, essa superfície corresponde à interface imediata entre a engenharia do piso e a rotina operacional do empreendimento.

A constituição multicamadas do piso industrial condiciona diretamente sua resposta estrutural sob cargas industriais.

## 2.3 Comportamento estrutural do piso sob cargas industriais

O comportamento estrutural dos pisos industriais de concreto moldados *in loco* sobre o solo decorre da forma como a placa responde às ações impostas pelo regime real de uso. Diferentemente de elementos cuja transferência de cargas ocorre prioritariamente por vínculos lineares ou pontuais, a placa apoiada sobre o solo trabalha em interação com o suporte inferior, compartilhando com ele a absorção e a redistribuição dos esforços.

Essa condição exige que a análise estrutural considere, em conjunto, a rigidez da placa, a capacidade e a uniformidade do apoio, as condições de contorno, a geometria dos painéis e a natureza do carregamento incidente. O modo de funcionamento do sistema depende da combinação entre esses fatores e das solicitações efetivamente presentes na operação.

O ACI Committee 360 (2010) assinala que as *slabs-on-ground* podem ser submetidas a cargas distribuídas, cargas concentradas, cargas lineares, tráfego repetitivo de rodas e solicitações localizadas associadas a equipamentos ou sistemas de armazenagem. Cada modalidade de carregamento produz efeitos distintos sobre a placa, pois altera a distribuição de tensões, a extensão da área solicitada e a forma de interação com o apoio inferior.

Em pisos industriais, essa diversidade assume relevância particular, já que a superfície precisa responder simultaneamente ao armazenamento estático e à movimentação contínua de empilhadeiras, paleteiras, veículos internos e equipamentos produtivos. O comportamento da placa, nesse contexto, não pode ser examinado à margem das condições reais de solicitação.

A espessura da placa exerce papel relevante, mas sua interpretação isolada é insuficiente. Ringo e Anderson (1996) demonstram que a capacidade resistente da laje sobre o solo depende da articulação entre espessura, características do concreto, condições de apoio, dimensões do painel e modo de aplicação da carga. O aumento da espessura pode elevar a rigidez do sistema, mas

não elimina, por si, deficiências associadas ao suporte, ao detalhamento ou à incompatibilidade entre solução adotada e regime de uso.

O relatório TR34, da The Concrete Society, reforça essa leitura ao associar o comportamento dos pisos industriais às classes de solitação e às exigências operacionais do ambiente. A forma de aplicação das cargas, a intensidade do tráfego, o tipo de roda dos equipamentos, a presença de estantes de alta densidade e a distribuição espacial das ações interferem diretamente nos critérios de projeto e detalhamento.

Outro aspecto relevante corresponde ao papel das juntas e das bordas. Em pisos segmentados em painéis, a transferência de carga entre placas vizinhas interfere na resposta local e na distribuição das deformações, sobretudo em situações de tráfego repetitivo e de solitação próxima às juntas. O ACI Committee 360 (2010) trata essa questão como parte integrante do comportamento estrutural, uma vez que a descontinuidade geométrica introduzida pelas juntas modifica a rigidez local do sistema e a forma de redistribuição das cargas.

Esse efeito tende a se intensificar em regiões de borda e canto, nas quais a interrupção da continuidade geométrica e a condição de apoio alteram a distribuição local de tensões e elevam a sensibilidade a cargas concentradas. Nesses pontos, o sistema apresenta resposta estrutural mais vulnerável e requer tratamento compatível no projeto e no detalhamento.

O comportamento estrutural do piso industrial resulta, assim, da relação entre ações mecânicas efetivas, configuração da placa, condições de apoio e descontinuidades do sistema. Essa base permite compreender as diferentes soluções estruturais empregadas em pisos industriais, tema tratado na seção 2.4.

## **2.4 Pisos de concreto simples, pisos armados e pisos reforçados com fibras**

A definição da solução estrutural de um piso industrial de concreto moldado in loco sobre o solo deve decorrer das condições efetivas de uso, do regime de carregamento, do desempenho requerido em serviço e da estratégia adotada para o controle da fissuração. Entre as alternativas mais recorrentes, destacam-se os pisos de concreto simples, os pisos armados e os pisos reforçados com fibras, cada qual com lógica resistente própria, implicações executivas específicas e efeitos distintos sobre o comportamento da placa após a fissuração.

O piso de concreto simples apresenta desempenho associado, sobretudo, à capacidade da placa de redistribuir tensões antes do aparecimento de fissuras e à atuação adequada das juntas no controle das movimentações previstas. Trata-se de solução tecnicamente viável em contextos compatíveis com o regime de uso, a geometria dos painéis e as condições de apoio.

Sua adoção, contudo, exige atenção rigorosa ao controle da retração, à disposição das juntas e à limitação das deformações, uma vez que a capacidade residual do sistema após a fissuração tende a ser inferior à observada em soluções dotadas de reforço.

Nos pisos armados, a presença de armadura convencional não deve ser interpretada como mecanismo destinado a impedir o surgimento de fissuras. Sua função se relaciona, de modo mais preciso, ao controle da abertura dessas fissuras, à redistribuição de tensões e, em determinadas condições, à preservação da integridade do sistema após a formação de descontinuidades.

A decisão pelo emprego de armadura deve, portanto, considerar a forma como se pretende governar o comportamento da placa em serviço. O interesse estrutural não se limita à resistência inicial, mas alcança a resposta do sistema sob uso continuado e sua estabilidade diante das solicitações previstas.

O debate contemporâneo sobre pisos reforçados com fibras ampliou esse campo de análise. Di Prisco, Colombo e Dozio (2013), ao examinarem a inserção do *fiber reinforced concrete* no *fib Model Code 2010*, demonstram que o uso de fibras dispõe de modelos constitutivos, critérios de validação experimental e fundamentos técnicos aptos a sustentar seu enquadramento racional em projeto. Essa contribuição afasta leituras intuitivas do tema e fortalece seu tratamento em bases objetivas.

Na mesma direção, o relatório TR63, da The Concrete Society (2007), apresenta diretrizes para o projeto do concreto reforçado com fibras de aço, incluindo aplicações em lajes apoiadas sobre o solo. O documento articula propriedades do material, critérios de dimensionamento, controle tecnológico e implicações construtivas, evidenciando que o desempenho do sistema depende da dosagem, da distribuição das fibras, de sua interação com a matriz cimentícia e da compatibilidade entre o reforço e a solução estrutural adotada.

A base experimental dessa discussão é reforçada por Roesler et al. (2004), que investigaram o comportamento de lajes de concreto simples e de lajes reforçadas com fibras sob carregamento monotônico. Os resultados indicam que o tipo e o teor de fibras influenciam a resposta resistente e o comportamento à fissuração.

Em contribuição mais recente, Fasil et al. (2023) acrescentam densidade aplicada ao tema ao monitorarem, em campo, lajes sobre o solo reforçadas com barras e macrofibras sintéticas, observando deformações, fissuração e resposta em longo prazo. No contexto brasileiro, a ABNT NBR 14931 (2023) amplia a pertinência do debate ao incorporar requisitos de execução para estruturas de concreto com fibras, o que reforça a inserção normativa dessa solução no cenário técnico nacional.

Em termos comparativos, o concreto simples demanda maior disciplina na definição do arranjo de juntas, no controle das deformações e na limitação das tensões associadas à fissuração. O concreto armado oferece meios mais consistentes de controlar a

abertura de fissuras e de preservar a integridade do sistema em serviço. O concreto reforçado com fibras pode proporcionar resposta pós-fissuração vantajosa em determinados contextos, desde que sua dosagem, sua distribuição e seu enquadramento de projeto sejam compatíveis com as solicitações previstas.

A comparação entre essas soluções não deve ser organizada por hierarquia abstrata, mas por adequação técnica ao problema estrutural considerado. O ponto central consiste em identificar qual resposta estrutural melhor corresponde às exigências do piso em análise. Nessa perspectiva, juntas, retração e deformações permanecem como temas associados a todas as alternativas examinadas, ainda que sob configurações distintas.

## **2.5 Juntas, retração, deformações e estabilidade geométrica**

As juntas ocupam posição central na engenharia dos pisos industriais de concreto, pois organizam o comportamento da placa diante da retração, das variações térmicas, das deformações diferenciais e da transferência de carga entre painéis contíguos. Em pisos moldados *in loco* sobre o solo, sua definição interfere diretamente no desempenho estrutural, na formação de fissuras e na estabilidade funcional do sistema.

O ACI Committee 360 (2010) e o ACI Committee 302 (2015) tratam as juntas como componentes essenciais do projeto e da construção de pisos e lajes de concreto. Posicionamento, espaçamento, detalhamento e execução influenciam a movimentação dos painéis, a redistribuição das tensões e o comportamento em serviço. Juntas de construção, de retração e de isolamento exercem funções distintas e exigem soluções compatíveis com a lógica resistente e executiva do sistema.

A retração do concreto constitui um dos mecanismos mais relevantes dessa discussão. Durante a hidratação e a secagem, a placa tende a sofrer redução volumétrica. Quando essa movimentação

encontra restrições, surgem tensões internas capazes de induzir fissuração e alterar a distribuição dos esforços.

Esses efeitos são condicionados pelas dimensões dos painéis, pela interação com o apoio, pela presença de armadura ou fibras, pela configuração das juntas e pelas condições de cura. A retração, nesse contexto, não se limita ao aparecimento de fissuras, pois também interfere na estabilidade geométrica e no comportamento global da placa.

Entre os fenômenos associados a esse quadro, o *curling*, ou empenamento, ocupa posição de destaque. Mailvaganam e Riley (2001) descrevem esse mecanismo como resultado de gradientes de umidade e de deformações diferenciais ao longo da espessura da placa, capazes de provocar levantamento das bordas ou dos cantos.

Esse fenômeno altera localmente as condições de apoio, eleva a sensibilidade a cargas concentradas e pode comprometer a transferência de carga entre painéis vizinhos. Seu efeito, portanto, ultrapassa a alteração geométrica visível e alcança a mecânica de funcionamento da placa em serviço.

O relatório TR34 destaca que o controle das deformações e da fissuração deve ser compatibilizado com as exigências de desempenho do ambiente industrial. Em áreas submetidas a tráfego intenso, equipamentos de rodas rígidas ou corredores operacionais com elevada exigência de estabilidade, a perda de regularidade geométrica compromete a confiabilidade funcional do sistema.

Nessas condições, a estabilidade geométrica do piso não constitui atributo secundário. Ela se relaciona à transferência de cargas, ao comportamento das bordas, ao desgaste localizado e à continuidade operacional do ambiente construído.

Juntas, retração e deformações devem, assim, ser compreendidas como dimensões constitutivas do comportamento do piso industrial. Esse enquadramento fornece a base técnica para

o exame do controle geométrico em termos objetivos de planicidade e nivelamento.

## **2.6 Controle geométrico, planicidade, nivelamento e requisitos funcionais**

Nos pisos industriais de concreto, a qualidade geométrica da superfície executada constitui requisito técnico diretamente vinculado ao funcionamento da instalação. A planicidade e o nivelamento ocupam posição central nesse contexto, pois interferem na circulação de equipamentos, na estabilidade operacional, na segurança de uso e na compatibilidade do piso com as exigências do ambiente produtivo ou logístico.

A ASTM E1155/E1155M-23 estabelece método padronizado para a determinação dos números FF e FL, empregados na avaliação da planicidade e do nivelamento de pisos de concreto. Sua relevância reside em converter a geometria da superfície em critério objetivo de verificação. Com isso, irregularidades locais e variações altimétricas deixam de ser apreciadas por impressão visual ou juízo empírico e passam a ser examinadas por parâmetros mensuráveis.

Essa objetivação assume especial importância em ambientes industriais, nos quais a superfície do piso deve corresponder ao tipo de operação, à intensidade do tráfego e à sensibilidade dos equipamentos às irregularidades geométricas. O controle geométrico, por essa razão, não pode ser tratado como questão secundária de acabamento.

O ACI Committee 302 (2015) associa a qualidade do piso às tolerâncias superficiais, ao acabamento, à regularidade geométrica e ao controle executivo. Em áreas destinadas à movimentação intensiva de empilhadeiras, ao uso de sistemas de armazenagem ou à circulação de equipamentos sensíveis a desvios da superfície, imperfeições geométricas podem gerar aumento de vibração,

desgaste localizado, esforços adicionais em zonas específicas do piso e perda de produtividade.

O relatório TR34 reforça esse entendimento ao situar o controle geométrico no interior das exigências operacionais dos pisos industriais. A geometria da superfície deve corresponder à classe de uso e ao grau de precisão requerido pela instalação, sobretudo em ambientes de elevada exigência logística, nos quais a regularidade do piso interfere na estabilidade dos equipamentos, no posicionamento das cargas e na eficiência dos fluxos internos.

Nessas condições, o controle geométrico integra a própria engenharia do piso. Sua função não se limita à verificação final da obra, pois a conformidade da superfície condiciona a utilização efetiva do sistema segundo os requisitos do ambiente industrial.

Planicidade e nivelamento devem ser compreendidos, assim, como parâmetros funcionais do piso industrial. Sua verificação vincula controle executivo, qualidade superficial e desempenho de uso, fornecendo base objetiva para o enquadramento técnico da superfície construída.

## **2.7 Material, controle tecnológico e enquadramento normativo brasileiro**

A aplicação, no Brasil, do conhecimento técnico produzido sobre pisos industriais de concreto moldados in loco sobre o solo exige articulação com o quadro normativo nacional relativo ao concreto, à execução de estruturas e aos critérios gerais de projeto. Essa compatibilização confere aderência local às soluções adotadas e permite enquadrar o comportamento do piso segundo os procedimentos vigentes no país.

Nesse contexto, a ABNT NBR 12655 (2015) ocupa posição central ao estabelecer requisitos para preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto de cimento Portland. Em pisos industriais, sua relevância é direta, pois a resposta da placa depende da

consistência do concreto fresco, da uniformidade do material entregue em obra, da conformidade das propriedades especificadas e da verificação de seu atendimento ao longo da execução.

A qualidade do concreto empregado, portanto, não pode ser presumida. Ela deve ser assegurada por procedimentos de controle tecnológico compatíveis com o nível de desempenho requerido. Sob essa ótica, o controle tecnológico integra a própria engenharia do piso e participa da estabilidade do sistema executado.

Na interface entre material e construção, a ABNT NBR 14931 (2023) desempenha papel igualmente relevante. Ao tratar da execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras, a norma oferece base para aspectos que repercutem diretamente na qualidade dos pisos industriais, como lançamento, adensamento, cura e controle de conformidade.

Sua pertinência se torna ainda mais evidente diante do uso contemporâneo de concreto com fibras em pisos industriais. A presença desse material exige não só fundamentação de projeto, mas também disciplina executiva compatível com seu comportamento em obra. A norma, nesse ponto, vincula a escolha da solução estrutural às condições efetivas de execução e controle.

A ABNT NBR 6118 (2023), embora não seja norma específica para pisos apoiados sobre o solo, pode ser mobilizada como referência complementar para linguagem de estados limites, propriedades dos materiais, critérios gerais de segurança e parâmetros estruturais aplicáveis ao concreto. Seu emprego, contudo, deve ser conduzido com rigor metodológico.

Essa norma não substitui documentos específicos para *slabs-on-ground* e, por essa razão, não deve ser tomada como guia direto de projeto para pisos industriais. Seu papel é subsidiário, funcionando como referência integradora entre a literatura técnica especializada e a cultura normativa brasileira.

A articulação entre literatura técnica internacional e normas nacionais evidencia que a consistência do piso industrial depende da compatibilização entre conhecimento especializado, material efetivamente empregado, procedimentos executivos e conformidade normativa. É nessa convergência que se estabelece a base técnica necessária para interpretar, com maior precisão, as manifestações patológicas examinadas no capítulo seguinte.

Com esse enquadramento, o capítulo consolida os fundamentos técnicos indispensáveis à leitura dos pisos industriais de concreto moldados in loco sobre o solo. A partir dessa base, torna-se possível examinar as patologias recorrentes não como ocorrências isoladas, mas como manifestações associadas às condições de apoio, ao material, ao detalhamento, à execução e ao regime de uso.

## CAPÍTULO III

# PATOLOGIAS E FALHAS ESTRUTURAIS EM PISOS INDUSTRIAIS DE CONCRETO

Uma vez estabelecidos os fundamentos técnicos dos pisos industriais de concreto sobre o solo, cabe examinar as manifestações patológicas que comprometem a integridade da placa, a funcionalidade da superfície e a estabilidade operacional do ambiente industrial. O foco deste capítulo recai, portanto, sobre as condições em que o desempenho do sistema se degrada e passa a produzir fissuras, delaminações, desgastes, deformações e perdas de confiabilidade em serviço.

Em pisos industriais, a patologia deve ser compreendida como manifestação de desajustes técnicos que afetam o comportamento do sistema. O dano visível não esgota o problema, pois remete a mecanismos anteriores relacionados ao apoio, ao concreto, às juntas, ao acabamento, à cura, ao carregamento e ao controle executivo.

A análise, por isso, não se limita à descrição das anomalias em sua aparência externa. Interessa identificar os mecanismos que as originam, as condições que favorecem sua instalação e os efeitos que produzem sobre trafegabilidade, estabilidade geométrica, durabilidade da superfície e custo operacional do empreendimento.

Em ambientes industriais e logísticos, essa discussão assume relevo particular. Quando o piso perde desempenho, o problema ultrapassa a esfera construtiva e alcança a continuidade das operações, a segurança dos fluxos e a preservação do ativo.

O objetivo deste capítulo consiste em examinar as principais patologias observadas em pisos industriais de concreto moldados in loco sobre o solo, com ênfase em seus mecanismos de formação,

causas predominantes e desdobramentos estruturais, funcionais e econômicos. Para isso, o texto se organiza em torno da definição de patologia no contexto desses sistemas, da fissuração, das falhas superficiais associadas ao acabamento, do desgaste da camada de uso, dos recalques diferenciais, do *curling* e das falhas de execução e de controle tecnológico como origem transversal das anomalias.

Ao final, busca-se demonstrar que a deterioração do piso não decorre de fatalidade construtiva, mas de desajustes técnicos identificáveis e passíveis de prevenção.

### **3.1 Patologia em pisos industriais: conceito, alcance e leitura sistêmica**

No campo da engenharia das construções, a patologia corresponde ao estudo das anomalias e dos mecanismos de deterioração que comprometem o desempenho previsto dos sistemas construtivos. Nos pisos industriais de concreto sobre o solo, essa noção assume contorno específico, pois o objeto analisado não é uma peça isolada, mas um sistema cuja resposta depende da articulação entre placa, apoio, materiais, condições ambientais, procedimentos executivos e regime de uso.

Por essa razão, a patologia do piso industrial não pode ser reduzida ao inventário de marcas visíveis na superfície. Fissuras, destacamentos, desgastes prematuros e deformações geométricas constituem manifestações de processos anteriores, ligados à retração não acomodada, à deficiência de juntas, à perda de uniformidade do apoio, ao acabamento inadequado, à cura deficiente ou à combinação desses fatores.

Nos pisos industriais sobre o solo, essa leitura sistêmica é indispensável porque a placa não trabalha de forma independente. Seu comportamento depende da qualidade do suporte, da regularidade das camadas inferiores, da compatibilidade entre

espessura e carregamento, da gestão das deformações e da integridade da superfície funcional.

Quando um desses elementos falha, o efeito tende a propagar-se pelo conjunto. A perda de apoio pode elevar tensões localizadas, favorecer fissuração e comprometer a trafegabilidade. De modo semelhante, a cura deficiente fragiliza a camada superficial, amplia a vulnerabilidade à abrasão e interfere no comportamento inicial da placa.

A abordagem patológica, portanto, não se limita à descrição do defeito. Seu alcance é interpretativo. O que se busca é relacionar manifestação, mecanismo e causa, distinguindo o dano observado do processo técnico que o produziu.

Essa distinção possui relevância direta para a tomada de decisão. Reparos formulados com base exclusiva na aparência do sintoma tendem a ser localizados, reincidentes e economicamente ineficientes. Em contrapartida, a identificação das origens do dano permite reconhecer se a falha decorre, com maior peso, de apoio insuficiente, retração mal controlada, detalhamento inadequado de juntas, procedimento executivo incompatível ou interação entre essas condições.

A patologia dos pisos industriais projeta-se, ainda, em dois planos simultâneos. No plano estrutural, afeta a integridade da placa, a distribuição de tensões, a abertura de fissuras, a transferência de carga e a estabilidade geométrica. No plano funcional, interfere na regularidade superficial, no deslocamento de equipamentos, na segurança operacional e na continuidade dos fluxos produtivos.

Dois simplificações, por isso, devem ser afastadas. A primeira consiste em atribuir a anomalia exclusivamente ao concreto, como se a resistência nominal do material explicasse, por si, o comportamento global do piso. A segunda consiste em tratar o dano como consequência inevitável do uso severo, esvaziando a responsabilidade técnica do projeto, da execução e do controle.

Pode-se definir, então, a patologia em pisos industriais de concreto como a manifestação de perda de desempenho resultante de desequilíbrios entre suporte, placa, juntas, superfície e processos construtivos, com repercussões simultâneas sobre durabilidade, funcionalidade e custo operacional. É a partir dessa definição que se desenvolve o exame das principais manifestações patológicas do capítulo.

### **3.2 Fissuração em pisos industriais de concreto**

A fissuração constitui uma das manifestações patológicas mais recorrentes em pisos industriais de concreto. Sua relevância diagnóstica decorre do fato de que pode revelar incompatibilidades surgidas no estado plástico, no endurecimento inicial, nas condições de apoio ou no regime posterior de funcionamento da placa.

A fissura, por isso, não deve ser interpretada como simples abertura superficial. Em geral, ela expressa tensões que o sistema não conseguiu acomodar de forma compatível com sua geometria, suas restrições e suas condições de uso.

Segundo o ACI (2008), a fissuração em concreto está associada a variações volumétricas inerentes à hidratação, à secagem e às oscilações térmicas, as quais precisam ser compatibilizadas com as condições de apoio, com a configuração da placa e com a presença de restrições internas e externas. Em pisos industriais sobre o solo, essa compatibilização assume maior complexidade, pois a placa não se deforma livremente.

A interface com o subleito, o atrito com as camadas inferiores, a geometria dos painéis, os elementos embutidos e o arranjo de juntas criam condições para concentração de tensões. Nesses casos, a fissura indica que a gestão dessas deformações foi insuficiente.

A interpretação técnica do fenômeno exige distinguir mecanismos causais distintos. Há fissuras associadas à retração plástica ou ao recalque plástico, que surgem nas fases iniciais. Outras

se relacionam à retração por secagem, às variações térmicas e à restrição de deformações após o endurecimento. Também podem ocorrer fissuras vinculadas à perda de apoio, ao recalque diferencial e ao funcionamento inadequado do sistema de juntas.

Essa diversidade impede leituras homogêneas. Uma mesma aparência superficial pode corresponder a processos distintos, razão pela qual a análise deve considerar localização, direção, profundidade, momento de aparecimento e relação da abertura com juntas, bordas, elementos fixos e zonas de carregamento.

Na retração plástica, a fissuração decorre da perda acelerada de água na superfície do concreto fresco, em ritmo superior à capacidade de reposição interna. A camada superficial entra em contração antes que o material tenha resistência suficiente para absorver as tensões resultantes.

Esse efeito costuma manifestar-se por fissuras rasas, descontínuas e de traçado irregular, sobretudo em áreas extensas submetidas a vento, baixa umidade relativa ou temperaturas elevadas. Nesses casos, a proteção inicial da concretagem, o momento do acabamento e o início da cura assumem papel decisivo, como assinala o ACI 302 (2015).

A retração por secagem atua de modo mais gradual, mas pode comprometer fortemente o desempenho funcional do piso quando a placa não dispõe de meios adequados para acomodar a contração. À medida que o concreto perde umidade, desenvolvem-se tensões de tração sempre que essa movimentação encontra restrição, seja pelo atrito com a base, pela geometria dos painéis, pela vinculação a elementos adjacentes ou pela ausência de juntas compatíveis com a deformação esperada.

Nesse contexto, o plano de juntas deixa de representar detalhe secundário e passa a funcionar como mecanismo de controle da fissuração, ao organizar a abertura em seções predeterminadas e reduzir sua dispersão aleatória pela superfície (ACI, 2010; Kosmatka; Wilson, 2016).

A eficácia desse controle, contudo, depende de execução rigorosa. Para que a fissura seja induzida nos locais previstos, o corte deve ser realizado no momento oportuno, com profundidade compatível e espaçamento adequado à geometria do painel e ao comportamento do concreto.

Quando o corte é tardio, a fissura pode instalar-se antes da indução planejada. Quando a profundidade é insuficiente, a seção enfraquecida perde eficácia. Quando o espaçamento entre juntas excede a capacidade de acomodação da placa, aumenta a probabilidade de fissuração intermediária. O ACI 302 (2015) e o ACI 360 (2010) convergem ao indicar que a previsibilidade do sistema depende da compatibilização entre retração esperada, dimensões do painel e detalhamento executivo das juntas.

A fissuração também pode decorrer da perda de uniformidade do apoio. Nesses casos, a origem do dano não reside primordialmente na variação volumétrica do concreto, mas na alteração do regime de tensões produzida por heterogeneidade do subleito, vazios sob a placa ou deformações localizadas nas camadas de suporte.

A placa passa a responder em condições distintas daquelas previstas em projeto, com concentrações de tração em regiões que deveriam manter apoio contínuo. O problema tende a se tornar mais severo em áreas próximas a juntas, bordas, bases de estantes, trilhos e trajetos de tráfego repetitivo, onde a coexistência entre perda de suporte e solicitações elevadas favorece fissuras de maior impacto funcional.

Outro fator relevante é a cura inadequada. A cura contribui para moderar variações iniciais de umidade e temperatura, reduzir a retração precoce e consolidar a camada superficial. Quando negligenciada ou executada de forma incompatível com as condições ambientais e com o traço do concreto, eleva-se a probabilidade de fissuras precoces e de fragilização do comportamento inicial da placa (ACI, 2016).

Do ponto de vista funcional, a fissuração ultrapassa a dimensão material da abertura. Em pisos industriais, ela pode comprometer a regularidade superficial, ampliar o desgaste de rodas, favorecer a infiltração de agentes agressivos, enfraquecer bordas de juntas e criar pontos de vulnerabilidade para destacamentos e quebras.

Em áreas de estocagem verticalizada e tráfego intenso, esses efeitos alcançam a confiabilidade operacional do ambiente, seja pela deterioração progressiva da superfície, seja pela necessidade de intervenções corretivas que interferem no fluxo logístico.

A fissuração em pisos industriais de concreto deve, portanto, ser compreendida como manifestação patológica cuja leitura exige articulação entre retração, restrição de deformações, qualidade do apoio, detalhamento de juntas, procedimentos executivos e condições de cura. Seu valor diagnóstico reside na capacidade de indicar em que ponto o sistema deixou de acomodar adequadamente as tensões inerentes ao seu regime de funcionamento.

### **3.3 Delaminação, blistering e falhas superficiais associadas ao acabamento**

Entre as anomalias que comprometem a camada superior dos pisos industriais de concreto, a delaminação e o *blistering* ocupam posição relevante por afetarem diretamente a integridade da superfície funcional e a durabilidade inicial da placa. Essas ocorrências concentram-se na interface superficial do concreto e se vinculam, com frequência, ao modo como o acabamento foi conduzido em relação ao comportamento do concreto fresco.

Seu exame exige atenção ao estado de exsudação, ao estágio de endurecimento e ao momento em que a superfície foi fechada ou densificada mecanicamente (ACI, 2015).

A delaminação pode ser compreendida como a separação de uma camada superficial em relação ao concreto subjacente,

formando região de aderência deficiente ou destacamento incipiente abaixo da face acabada. Em termos executivos, trata-se de anomalia associada ao fechamento prematuro da superfície, antes que a água de exsudação e o ar aprisionado tenham sido adequadamente dissipados.

Nessas condições, forma-se uma zona frágil entre a camada superior e o corpo do concreto, com redução da coesão interna e maior suscetibilidade a desprendimentos sob solicitações mecânicas posteriores. O ACI relaciona esse fenômeno, com frequência, ao acabamento prematuro e ao fechamento excessivo da face superior em condições incompatíveis com o estado real da mistura (ACI, 2015; ACI Concrete Terminology).

O *blistering*, por sua vez, corresponde ao aparecimento de pequenas elevações, bolhas ou protuberâncias superficiais decorrentes do aprisionamento de ar ou água sob uma superfície já fechada. Embora possa coexistir com a delaminação, não se confunde integralmente com ela.

Enquanto a delaminação indica perda de aderência ou separação entre camadas, o *blistering* evidencia a formação localizada de bolsas abaixo da face acabada, normalmente associadas à dificuldade de escape dos fluidos e gases internos. Em ambos os casos, o problema decorre menos de defeito isolado do material e mais da incompatibilidade entre o tempo de acabamento e a evolução do concreto nas fases iniciais de pega e endurecimento.

A exsudação desempenha papel central nesse processo. Em pisos industriais, a água de sangramento tende a ascender à superfície após o lançamento e o adensamento. Esse fenômeno integra o comportamento normal de muitos concretos, mas adquire caráter patológico quando a superfície é tratada como se já estivesse pronta para o acabamento final.

Se o fechamento ocorrer antes da dissipação dessa água, a camada superficial torna-se mais densa e menos permeável, dificultando a saída dos fluidos remanescentes. O resultado é a

formação de zonas vulneráveis logo abaixo da face superior, propícias ao *blistering* e à delaminação subsequente.

O tempo de acabamento, por isso, constitui o núcleo causal mais sensível dessa classe de anomalias. Quando a intervenção mecânica ocorre prematuramente, o concreto ainda não atingiu condição adequada para receber fechamento superficial intenso. Quando o acabamento é retardado em excesso, surgem dificuldades de regularização e densificação homogênea, com reflexos sobre a qualidade final da superfície.

O risco aumenta quando se somam práticas inadequadas, como reaproveitamento indevido de água na face superior, queima excessiva ou insistência em operações voltadas mais à aparência imediata do que à compatibilidade técnica com o estado do concreto. O ACI 302 destaca que o sucesso do acabamento depende da leitura correta do comportamento da mistura em campo, e não da aplicação automática de rotinas executivas dissociadas das condições reais da concretagem (ACI, 2015).

Certas características do concreto e do ambiente podem intensificar esse quadro. Misturas com tendência elevada à exsudação, condições climáticas que alteram o ritmo de evaporação e endurecimento, barreiras de vapor sob a placa e diferenças entre secagem superficial e comportamento interno do concreto ampliam a sensibilidade do processo executivo. O defeito tende a surgir quando essas condições não são reconhecidas nem incorporadas ao controle do acabamento.

Do ponto de vista funcional, delaminação e *blistering* não devem ser tratados como imperfeições cosméticas. A camada superficial constitui a interface de contato direto com rodas, cargas, equipamentos e procedimentos de limpeza. Quando essa face perde integridade, o piso se torna mais suscetível a destacamentos localizados, perda de uniformidade, reparos prematuros e degradação acelerada da zona de uso.

Em ambientes industriais, esse comprometimento repercute sobre a durabilidade inicial da superfície e pode criar pontos de fragilidade que evoluem sob tráfego repetitivo, sobretudo em áreas submetidas a solicitações intensas.

A delaminação, o *blistering* e os defeitos superficiais associados ao acabamento decorrem, assim, de incompatibilidades entre exsudação, estágio de endurecimento e procedimentos de fechamento da superfície. Seu significado patológico reside no fato de que a falha se instala na própria camada responsável pela interface funcional do piso.

### **3.4 Desgaste superficial, abrasão, pulverulência e perda de resistência da camada de uso**

O desgaste superficial constitui manifestação patológica distinta da delaminação e do *blistering*, embora possa ser favorecido por superfícies previamente fragilizadas. Seu traço característico não é a separação entre camadas, mas a deterioração progressiva da face de uso do piso, com perda de material, redução de coesão e comprometimento da resposta funcional da superfície.

Em pisos industriais, essa degradação assume particular relevância porque a camada superior é continuamente solicitada por tráfego mecanizado, atrito repetitivo, manobras, impactos localizados e procedimentos operacionais que exigem contato estável e resistente. O ACI Concrete Terminology define a resistência à abrasão como a capacidade de uma superfície resistir ao desgaste por fricção, o que oferece base conceitual adequada para compreender essa classe de anomalias.

Sob essa ótica, a abrasão constitui mecanismo central de deterioração da camada de uso. Quanto maior a intensidade de fricção entre rodas, equipamentos, partículas sólidas e superfície de concreto, maior a exigência imposta à coesão superficial e à resistência local do piso.

O ACI 302.1R assinala que a qualidade da superfície depende das proporções da mistura e da qualidade das operações de concretagem e execução, destacando a importância do momento de acabamento, da execução das juntas e da cura. Quando esse controle falha, podem surgir características indesejáveis na superfície de desgaste, como baixa resistência ao uso e *dusting*.

Nesse quadro, a pulverulência representa forma recorrente de perda de desempenho superficial. Ela se manifesta pela desagregação fina da camada superior, com formação de pó, enfraquecimento da face de uso e redução da resistência ao atrito e ao tráfego.

Em termos patológicos, trata-se de início de baixa coesão superficial. Essa condição pode decorrer de excesso de água, exsudação mal compatibilizada com o acabamento, cura insuficiente ou resistência inadequada da superfície para o regime de serviço a que o piso foi submetido. O ACI 302.1R relaciona a baixa resistência ao desgaste e o *dusting* à deficiência no controle de etapas executivas centrais, especialmente acabamento e cura.

A resistência superficial do piso não depende exclusivamente da resistência nominal global do concreto. Documentos técnicos do ACI indicam que a resistência à abrasão se relaciona, em termos gerais, à resistência à compressão, mas também à qualidade dos agregados, ao proporcionamento da mistura e à qualidade do acabamento.

Essa relação impede leituras simplificadas centradas apenas na resistência especificada em projeto. Em pisos industriais, a camada de uso pode apresentar desempenho insatisfatório mesmo quando o concreto atende a parâmetros globais, caso a superfície tenha sido formada com deficiência de cura, má compatibilização entre exsudação e acabamento ou inadequação entre a exigência operacional e a solução executada.

A cura ocupa posição decisiva nesse processo. O ACI 308R-16 afirma que a cura adequada, influencia de modo relevante

propriedades do concreto endurecido, como resistência, permeabilidade, resistência à abrasão e estabilidade volumétrica. Em consequência, sua insuficiência compromete não só o desenvolvimento global do material, mas também a consolidação da camada superficial exposta ao uso direto.

Em pisos industriais, essa deficiência repercute sobre a capacidade da superfície de resistir ao tráfego e ao desgaste repetitivo, favorecendo perda precoce de material e redução da vida funcional da camada de uso. O desgaste superficial, nesse sentido, não deve ser atribuído automaticamente à intensidade do uso, mas à insuficiente resistência da superfície frente às solicitações efetivas de serviço.

Também merece destaque a compatibilização técnica do piso com o ambiente operacional. Em áreas sujeitas a rodas rígidas, manobras frequentes, abrasão localizada e movimentação contínua de cargas, a superfície precisa apresentar coesão, dureza e regularidade compatíveis com o regime de uso.

Quando essa compatibilização não é atendida, a deterioração tende a surgir de forma progressiva, inicialmente como perda discreta de coesão e, depois, como desgaste mais acentuado da camada de contato. O ACI 302.1R destaca que pisos e lajes de concreto devem alcançar superfície dura e durável, e que falhas nas operações executivas podem produzir camada de desgaste com desempenho inferior ao requerido.

Do ponto de vista funcional, o desgaste superficial repercute além da perda material da face de uso. A redução de coesão pode comprometer a trafegabilidade, elevar o desgaste de rodas, aumentar a frequência de manutenção, dificultar a limpeza industrial e criar zonas mais vulneráveis à progressão de outras anomalias superficiais.

Em ambientes de armazenagem e circulação intensiva, a deterioração da camada superior afeta a estabilidade operacional porque reduz a confiabilidade do contato entre equipamento e piso,

amplia a necessidade de intervenções corretivas e encurta a vida útil efetiva da superfície funcional.

O desgaste superficial em pisos industriais de concreto deve, portanto, ser compreendido como manifestação patológica associada à insuficiente resistência da camada de uso frente às ações abrasivas e ao tráfego repetitivo, frequentemente agravada por deficiência de cura, baixa coesão superficial e incompatibilidade entre exigência operacional e qualidade obtida na superfície.

### **3.5 Recalques diferenciais, perda de suporte e falhas associadas ao subleito**

Os recalques diferenciais e a perda de uniformidade do apoio constituem manifestações patológicas de elevada gravidade em pisos industriais de concreto, pois comprometem a condição estrutural de base sobre a qual a placa foi concebida para atuar. Quando essa condição se altera, o piso deixa de responder segundo o regime previsto em projeto e passa a desenvolver tensões localizadas, deformações indevidas e fissuras com maior potencial de comprometimento funcional (ACI Committee 360, 2010; The Concrete Society, 2003).

Convém distinguir o recalque global do recalque diferencial. O primeiro, quando uniforme, pode não produzir efeitos estruturais imediatos de maior severidade sobre a placa. O segundo altera a relação de apoio entre regiões contíguas do piso, introduzindo descontinuidades de comportamento que elevam as tensões internas e prejudicam a redistribuição dos esforços (ACI Committee 360, 2010).

O problema, portanto, não reside na acomodação do sistema em si, mas na irregularidade dessa acomodação. É ela que faz a placa trabalhar em condições distintas daquelas consideradas no dimensionamento.

A origem dessa patologia está frequentemente associada à heterogeneidade do subleito e das camadas de apoio. Compactação deficiente, variação de rigidez entre trechos adjacentes, presença de vazios, degradação localizada da sub-base e deficiência de drenagem produzem condições de suporte incompatíveis com o funcionamento esperado do piso industrial (The Concrete Society, 2003; Ringo; Anderson, 1996).

Nessas circunstâncias, a placa deixa de trabalhar sobre apoio continuamente estável e passa a responder de forma desigual ao carregamento. O resultado é a concentração de esforços em zonas específicas e a perda de previsibilidade do comportamento estrutural.

A presença de vazios sob a placa adquire, nesse contexto, relevância particular. Quando o concreto perde contato efetivo com o apoio em determinadas regiões, a placa passa a vencer localmente trechos sem suporte, desenvolvendo tensões superiores às previstas para condição de contato contínuo.

Esse efeito tende a se agravar em bordas, cantos, proximidades de juntas e áreas submetidas a cargas concentradas, pois nessas zonas a coexistência entre perda de apoio e solitação elevada favorece fissuração, deformação localizada e ruptura com maior expressão funcional (ACI Committee 360, 2010; The Concrete Society, 2003).

Esse quadro assume gravidade ainda maior em ambientes industriais e logísticos, nos quais o piso opera sob rodas rígidas, equipamentos de movimentação, bases de estantes e trajetos de carga repetitiva. Nessas condições, pequenas variações de apoio podem produzir efeitos desproporcionais sobre o desempenho em serviço.

Uma região com suporte insuficiente tende a sofrer deformação mais intensa sob passagem recorrente, acelerando o dano e ampliando a probabilidade de fissuras com repercussão

direta sobre a funcionalidade do piso e a segurança operacional do ambiente (ACI Committee 360, 2010; Ringo; Anderson, 1996).

Os recalques diferenciais também se articulam com outras manifestações patológicas, embora não se confundam com elas. A perda de suporte pode ampliar a vulnerabilidade à fissuração, agravar danos em bordas de juntas e favorecer deterioração localizada da superfície. Seu núcleo patológico, contudo, está na quebra da condição estrutural de apoio necessária ao funcionamento global da placa.

Essa distinção é relevante porque orienta a investigação para a interface placa-subleito e para a estabilidade efetiva das camadas inferiores, em vez de restringi-la ao dano visível na face superior.

Sob a ótica preventiva, essa patologia evidencia que o desempenho de *slabs-on-ground* depende da compatibilização entre placa, apoio e carregamento. Sempre que o diagnóstico indicar perda de suporte ou recalque diferencial, a análise técnica deve recair sobre a uniformidade do subleito, a qualidade da sub-base e a continuidade do contato estrutural entre a placa e seu apoio (ACI Committee 360, 2010; Ringo; Anderson, 1996).

Os recalques diferenciais e a perda de uniformidade do apoio devem, assim, ser compreendidos como manifestações que alteram o regime estrutural previsto para a placa e comprometem sua resposta em serviço. Sua leitura exige atenção à continuidade do suporte, à estabilidade das camadas inferiores e à compatibilização entre subleito, carregamento e comportamento estrutural do piso.

### **3.6 Curling, empenamento e instabilidade geométrica em serviço**

O *curling*, também referido como empenamento da placa, constitui manifestação patológica de natureza geométrica relevante em pisos industriais de concreto apoiados sobre o solo. Seu traço distintivo está na alteração da forma original da placa em

decorrência de gradientes de umidade e temperatura ao longo da espessura, produzindo levantamento de bordas e cantos, perda localizada de apoio e modificação do regime estrutural inicialmente previsto (ACI Committee 360, 2010; ACI Committee 302, 2015).

Em pisos industriais, essa anomalia não deve ser tratada como simples desvio de planicidade. Trata-se de fenômeno que compromete a estabilidade geométrica da placa, a transferência de carga, a integridade das bordas e a confiabilidade operacional do ambiente de uso.

Do ponto de vista mecânico, o *curling* decorre da diferença de deformação entre a face superior e a face inferior da placa. Quando a parte superior perde umidade ou sofre variação térmica em intensidade distinta da região inferior, estabelecem-se curvaturas diferenciais que tendem a levantar extremidades do painel.

Suprenant (2003) destaca a retração por secagem como um dos fatores mais importantes na intensidade do *curling*, embora o fenômeno resulte da interação entre variáveis ligadas ao concreto, à geometria do painel e às condições de apoio. Essa leitura é compatível com o ACI 360R, que reconhece a retração e o *curling* como temas centrais no desempenho de *slabs-on-ground* e adverte que, mesmo com bom projeto e boa execução, não se pode presumir ausência completa desse comportamento (ACI Committee 360, 2010).

A relevância patológica do fenômeno decorre do fato de que a deformação geométrica altera a condição de contato entre a placa e seu suporte. Quando bordas e cantos se elevam, surgem regiões sem apoio efetivo, o que faz a placa trabalhar localmente em situação mais desfavorável do que aquela considerada no dimensionamento.

Sob carregamentos repetitivos, especialmente em tráfego de rodas rígidas, essa perda de apoio favorece impacto nas bordas, concentração de tensões, quebra de juntas e degradação progressiva da interface estrutural entre os painéis. Springfield (2003) observa,

nesse sentido, que as consequências do *curling* ultrapassam a perda de planicidade e incluem deterioração da transferência de cisalhamento nas juntas e quebra de bordas sob tráfego recorrente.

A intensidade do fenômeno é influenciada por múltiplos fatores. Entre eles destacam-se a retração diferencial, a geometria dos painéis, a espessura da placa, o espaçamento entre juntas, a presença de barreira de vapor, as características da mistura e as condições de secagem das faces superior e inferior.

Quando a placa apresenta dimensões incompatíveis com sua capacidade de acomodação, ou quando as condições de secagem ampliam o gradiente entre topo e base, cresce a probabilidade de curvatura significativa. Por essa razão, o *curling* não pode ser compreendido nem como defeito exclusivamente executivo, nem como simples consequência do material. Seu desenvolvimento resulta da interação entre variáveis de projeto, ambiente e construção (Suprenant, 2003; ACI Committee 360, 2010).

Em termos diagnósticos, essa manifestação pode articular-se com outras anomalias já examinadas. O levantamento de bordas favorece fissuração localizada, intensifica danos em juntas e pode agravar efeitos de perda de suporte previamente existentes. Ainda assim, sua identidade patológica deve ser preservada, pois o centro do problema está na instabilidade geométrica da placa em serviço.

Do ponto de vista funcional, o *curling* produz efeitos particularmente sensíveis em pisos destinados à logística intensiva, à armazenagem verticalizada e à circulação frequente de equipamentos de movimentação. A elevação de bordas compromete a trafegabilidade, amplia a severidade dos impactos durante a passagem de rodas e pode afetar o desempenho do conjunto operacional.

Springfield (2003) assinala ainda que a tolerância à perda de planicidade depende do uso do piso. Assim, um mesmo grau de deformação pode produzir consequências distintas conforme a natureza da operação instalada sobre a placa. Em contextos de

elevada exigência geométrica, essa patologia assume dimensão mais crítica.

O *curling* e o empenamento da placa devem, portanto, ser compreendidos como manifestações patológicas que alteram a estabilidade geométrica do piso, produzem perda localizada de apoio e ampliam tensões em bordas e juntas sob condições reais de uso. Sua interpretação exige atenção aos gradientes de umidade e temperatura, à retração diferencial, à geometria dos painéis, ao detalhamento das juntas e às condições de apoio.

### **3.7 Falhas de execução e de controle tecnológico como origem transversal das patologias**

As manifestações patológicas examinadas nas seções anteriores, embora distintas em sua forma de aparecimento, frequentemente possuem origem comum em falhas de execução e em insuficiência de controle tecnológico ao longo da obra. Fissuração, delaminação, desgaste superficial, perda de suporte e instabilidade geométrica podem resultar de decisões executivas incompatíveis com o comportamento esperado do piso em serviço (ACI Committee 302, 2015; NBR 14931, 2023).

Entre essas falhas, o preparo inadequado do subleito e da sub-base ocupa posição sensível. Quando as camadas inferiores não apresentam regularidade, estabilidade e compactação compatíveis com a solicitação prevista, a placa passa a trabalhar sobre apoio deficiente. Esse quadro favorece recalques diferenciais, perda localizada de suporte e concentração indevida de tensões sob carregamentos repetitivos (ACI Committee 360, 2010; The Concrete Society, 2003).

Também são recorrentes as falhas associadas ao concreto fresco. Variações indevidas de água na mistura, perda de controle da consistência, lançamento sem uniformidade e acabamento executado em desacordo com o estado real do concreto reduzem a

qualidade final da superfície e comprometem o comportamento da placa. Nesses casos, o defeito não decorre de um único ato isolado, mas do encadeamento de procedimentos incompatíveis com as exigências do piso industrial (ACI Committee 302, 2015; NBR 12655, 2015).

O sistema de juntas também exige controle rigoroso. Cortes tardios, profundidade insuficiente, espaçamento inadequado e falhas de alinhamento reduzem a capacidade das juntas de organizar a movimentação da placa. Em vez de induzir a fissuração de forma previsível, o piso passa a desenvolver aberturas em regiões não planejadas, com maior risco de dano funcional e de degradação das bordas (ACI Committee 302, 2015; ACI Committee 360, 2010).

A cura deficiente constitui outro vetor transversal de patologias. Quando o concreto não recebe proteção adequada nos estágios iniciais, aumentam os riscos de retração precoce, fragilização superficial, perda de resistência à abrasão e desenvolvimento insatisfatório da camada de uso. Em pisos industriais, essa deficiência repercute diretamente sobre a durabilidade inicial da superfície e sobre a capacidade do piso de suportar o regime de operação previsto (ACI Committee 308, 2016; ACI Committee 302, 2015).

Nesse contexto, o controle tecnológico não deve ser compreendido como exigência burocrática. Ele funciona como instrumento de verificação da conformidade entre o piso projetado e o piso efetivamente construído. O acompanhamento das propriedades do concreto, da qualidade da execução, da conformidade geométrica e das condições de cura reduz a probabilidade de que inadequações executivas evoluam para manifestações patológicas de maior custo corretivo (NBR 12655, 2015; NBR 14931, 2023).

As falhas de execução e a insuficiência de controle tecnológico operam, assim, como origem transversal das patologias em pisos industriais de concreto. Elas não substituem os

mecanismos específicos de cada anomalia, mas explicam por que manifestações distintas tendem a coexistir no mesmo piso e a comprometer, de forma simultânea, sua resposta estrutural e funcional.

### **3.8 Efeitos estruturais, funcionais e econômicos das patologias**

As patologias em pisos industriais não devem ser avaliadas exclusivamente pela aparência do dano. Seu alcance é mais amplo, pois afeta a integridade estrutural da placa, a funcionalidade da superfície e a racionalidade econômica do empreendimento. Uma manifestação localizada pode representar o início de perda progressiva de desempenho, com desdobramentos que ultrapassam o campo construtivo estrito (The Concrete Society, 2003; Mynarčík, 2013).

No plano estrutural, essas anomalias reduzem a capacidade do piso de responder de modo estável às solicitações previstas. Fissuras ampliam a vulnerabilidade da placa, perdas de suporte alteram a distribuição de tensões, bordas danificadas comprometem a transferência de carga e deformações geométricas intensificam esforços localizados. O resultado é a redução gradual da confiabilidade estrutural do sistema em serviço (ACI Committee 360, 2010; Springfield, 2003).

No plano funcional, os efeitos tendem a surgir de forma ainda mais perceptível. A regularidade superficial é afetada, a trafegabilidade se deteriora, o desgaste de rodas aumenta e a circulação de equipamentos passa a ocorrer em ambiente menos estável. Em pisos destinados à armazenagem verticalizada e à movimentação intensa, essas alterações alcançam diretamente a segurança operacional e a continuidade do fluxo logístico (ACI Committee 302, 2015; Springfield, 2003).

Há também repercussões econômicas expressivas. O piso patológico demanda reparos, eleva custos de manutenção, encurta a vida útil da camada de uso e pode impor paralisações parciais ou totais do ambiente industrial. Mynarčík (2013) observa que problemas em *concrete industrial floors* podem conduzir a reparos de difícil execução e a interrupções operacionais onerosas, o que evidencia o impacto direto da patologia sobre a produtividade e o custo de uso do ativo.

Esses custos não se limitam ao reparo visível. Em muitos casos, incluem perda de rendimento logístico, aumento do tempo de operação, maior desgaste de equipamentos, necessidade de intervenções emergenciais e redução da previsibilidade operacional. Puri et al. (2018) assinalam que defeitos e imperfeições em elementos de concreto podem produzir atrasos em reparos e custos relevantes de demolição, remoção ou substituição, reforçando a dimensão econômica do problema patológico.

A patologia do piso industrial deve, portanto, ser tratada como problema de desempenho do ativo. O dano material é uma de suas faces; a outra está na perda de confiabilidade do ambiente de operação. Quanto mais severa a exigência logística do piso, maior tende a ser o impacto produzido por falhas que, em leitura superficial, poderiam parecer localizadas (The Concrete Society, 2003; Mynarčík, 2013).

Os efeitos das patologias em pisos industriais são, assim, simultaneamente estruturais, funcionais e econômicos. Eles afetam a resposta resistente da placa, prejudicam a operação cotidiana do ambiente industrial e elevam o custo global do empreendimento. Por essa razão, a análise das manifestações patológicas não possui valor meramente descritivo, mas orienta decisões técnicas voltadas à prevenção e ao controle do desempenho em serviço.

### 3.9 Síntese diagnóstica e transição para o Método PREVER

O exame desenvolvido neste capítulo evidencia que as patologias em pisos industriais de concreto não decorrem, em regra, de eventos isolados. Elas resultam da perda de compatibilidade entre apoio, placa, juntas, superfície, execução e regime de uso. O dano visível, nesse contexto, corresponde à expressão final de um processo técnico anterior e cumulativo (ACI Committee 302, 2015; ACI Committee 360, 2010).

As manifestações analisadas demonstraram, sob perspectivas distintas, que o desempenho do piso depende da articulação entre controle das deformações, qualidade da superfície, continuidade do apoio, estabilidade geométrica e conformidade executiva. Quando essa articulação se rompe, surgem anomalias com repercussões estruturais, funcionais e econômicas.

Também ficou evidente que as falhas de execução e a deficiência de controle tecnológico atravessam essas manifestações como fatores recorrentes de agravamento e disseminação do dano. Por essa razão, o diagnóstico do piso industrial não pode permanecer restrito à correção pontual dos sintomas. Ele exige leitura integrada das interfaces técnicas que sustentam o comportamento da placa em serviço (NBR 12655, 2015; NBR 14931, 2023).

Essa constatação conduz a uma exigência metodológica. Se as patologias decorrem da perda de coerência entre variáveis de projeto, materiais, execução, apoio e operação, sua prevenção não pode depender de decisões fragmentadas nem de respostas improvisadas diante do dano já instalado.

Torna-se necessário, assim, um instrumento capaz de organizar a leitura técnica do sistema, orientar verificações críticas e estruturar decisões de prevenção, controle e desempenho ao longo da construção e do uso do piso.

É nesse ponto que se justifica a passagem para o capítulo seguinte. A análise diagnóstica aqui desenvolvida prepara o terreno para a apresentação do Método PREVER, concebido como abordagem sistematizada para integrar planejamento técnico, resistência estrutural, execução controlada, verificação contínua e eficiência econômica. No capítulo seguinte, a ênfase recairá sobre os critérios e procedimentos capazes de prevenir patologias e reduzir sua incidência em pisos industriais de concreto.

## CAPÍTULO IV

# O MÉTODO PREVER APLICADO À ENGENHARIA DE PISOS INDUSTRIAIS

Este capítulo apresenta o Método PREVER como proposta autoral de organização da decisão técnica na engenharia de pisos industriais de concreto moldados *in loco* sobre o solo. Sua formulação decorre da necessidade de enfrentar, de maneira integrada, problemas recorrentes que, em empreendimentos dessa natureza, tendem a surgir quando decisões de projeto, execução, verificação e custo passam a ser conduzidas de forma dissociada.

Nesse sentido, o método não se limita a ordenar etapas conhecidas da prática construtiva. Ele procura oferecer um critério de coordenação técnica capaz de preservar coerência entre fatores que condicionam a confiabilidade do sistema, a estabilidade do desempenho e a prevenção de falhas recorrentes.

A construção do PREVER resulta da convergência entre referenciais técnicos consolidados e a experiência profissional acumulada pelo autor em planejamento, desenvolvimento de projetos, acompanhamento de obras, controle executivo e gestão de custos. Essa base permite compreender que o comportamento do piso industrial não depende de respostas isoladas a exigências pontuais, mas da articulação entre decisões interdependentes, cuja fragmentação tende a comprometer durabilidade, funcionalidade e previsibilidade econômica do ativo.

O método reúne, por essa razão, seis dimensões articuladas: Planejamento técnico da obra, Resistência estrutural adequada, Execução controlada, Verificação técnica contínua, Eficiência econômica e Resultados duráveis. Ao longo deste capítulo, tais

dimensões serão examinadas não como domínios paralelos, mas como expressões de uma mesma racionalidade técnica aplicada ao desempenho estrutural, funcional e operacional do piso industrial.

#### **4.1 Fundamento metodológico do PREVER: da fragmentação à decisão integrada**

A recorrência de falhas em pisos industriais de concreto evidencia que parte expressiva dos problemas observados em serviço não decorre de erro único e isolado, mas da dissociação entre decisões que, tecnicamente, deveriam operar de forma integrada. Quando projeto, caracterização do apoio, definição dos carregamentos, escolha dos materiais, detalhamento de juntas, procedimentos executivos e critérios de verificação são tratados como etapas autônomas, o sistema perde coerência interna e passa a responder de modo imprevisível às solicitações do ambiente industrial.

Essa insuficiência se torna ainda mais grave porque o piso industrial ocupa posição singular no edifício produtivo. Ele não se limita a compor a superfície de circulação, mas interfere diretamente na mobilidade interna, na segurança dos equipamentos, na integridade das cargas, na estabilidade dos sistemas de armazenagem e na continuidade dos fluxos logísticos. Sua degradação, por isso, ultrapassa a dimensão material do dano e repercute sobre produtividade, manutenção corretiva, desgaste prematuro de componentes móveis e perda de previsibilidade operacional.

A leitura fragmentada também se mostra insuficiente porque induz interpretações simplificadoras sobre a origem das patologias. Fissuras, delaminações, desgaste prematuro, perda de apoio e instabilidades geométricas tendem, com frequência, a ser atribuídos de forma apressada a defeitos visíveis ou a parâmetros isolados do concreto. Essa abordagem ignora que o desempenho do piso resulta da interação entre apoio, placa, carregamentos, juntas, acabamento, cura, geometria e regime de uso, e que a manifestação patológica

corresponde, muitas vezes, ao estágio final de um encadeamento técnico anterior.

É precisamente essa natureza relacional do piso industrial que impõe a necessidade de uma leitura sistêmica. O sistema não pode ser compreendido como soma de componentes independentes, mas como articulação entre suporte, estrutura, superfície funcional e operação. A placa responde em interação com o apoio; a superfície depende do processo executivo; a estabilidade geométrica condiciona o tráfego; e a confiabilidade do conjunto depende da compatibilização entre exigências mecânicas, construtivas e operacionais.

Essa compreensão se torna ainda mais evidente quando se observa a constituição multicamadas do piso industrial e a diversidade das solicitações a que ele se encontra submetido. Cargas concentradas, tráfego repetitivo, rodas rígidas, estantes de armazenagem elevada, exigências de planicidade e estabilidade funcional não podem ser satisfatoriamente enfrentados por decisões padronizadas ou por respostas corretivas improvisadas após a instalação do dano. Onde falta método, proliferam soluções parciais: corrige-se a fissura sem reexaminar o apoio, substitui-se o acabamento sem rever a exsudação, aumenta-se a espessura sem compatibilizar o sistema com o uso real.

A superação dessa fragmentação exige, portanto, uma ordem técnica de decisão. Não basta reconhecer que o piso é sistema complexo. É necessário organizar, em sequência coerente, as variáveis que condicionam seu comportamento, de modo que planejamento, definição estrutural, execução, verificação, economia e desempenho em serviço deixem de operar como campos desconectados.

É dessa exigência de ordenação que emerge o Método PREVER. Sua função não consiste em acrescentar mais uma formulação abstrata ao debate técnico, mas em oferecer racionalidade aplicada à condução do piso industrial como ativo

estrutural e operacional. O método transforma a prevenção em princípio organizador da engenharia do piso, deslocando o foco de respostas fragmentadas ao dano para a construção prévia da confiabilidade.

#### **4.2 O Método PREVER: definição, escopo e lógica de aplicação**

O Método PREVER consiste em proposta metodológica voltada à organização da decisão técnica na engenharia de pisos industriais de concreto moldados *in loco* sobre o solo. Seu propósito é ordenar, em lógica coerente, as variáveis que condicionam a confiabilidade do sistema, convertendo a prevenção de falhas em princípio estruturador da concepção, da execução, da verificação e do desempenho em serviço.

O método parte do reconhecimento de que o piso industrial não responde adequadamente quando suas variáveis constitutivas são tratadas de modo dissociado. Apoio, materiais, juntas, carregamentos, procedimentos executivos, controle geométrico e regime de uso precisam operar em compatibilidade. Quando essa coerência se rompe, surgem sintomas patológicos que expressam desajustes acumulados entre requisitos técnicos interdependentes.

Sob essa perspectiva, o PREVER não se reduz a recurso didático de organização do conteúdo. Ele se configura como modelo de raciocínio técnico orientado à compatibilização prévia das decisões, à condução controlada da obra e à validação do desempenho inicial e funcional do sistema.

A sigla PREVER sintetiza seis dimensões complementares: Planejamento técnico da obra, Resistência estrutural adequada, Execução controlada, Verificação técnica contínua, Eficiência econômica e Resultados duráveis. Essas dimensões não possuem a mesma natureza operativa, mas compõem uma mesma arquitetura de confiabilidade.

As quatro primeiras correspondem ao núcleo processual do método. Nelas se concentram as decisões e verificações que estruturam a passagem entre concepção, materialização e validação do piso. A eficiência econômica atua como critério transversal, pois orienta a escolha das soluções à luz do custo global e da vida útil funcional. Os resultados duráveis, por sua vez, constituem o horizonte de êxito do método, isto é, a expressão consolidada da qualidade técnica alcançada em serviço.

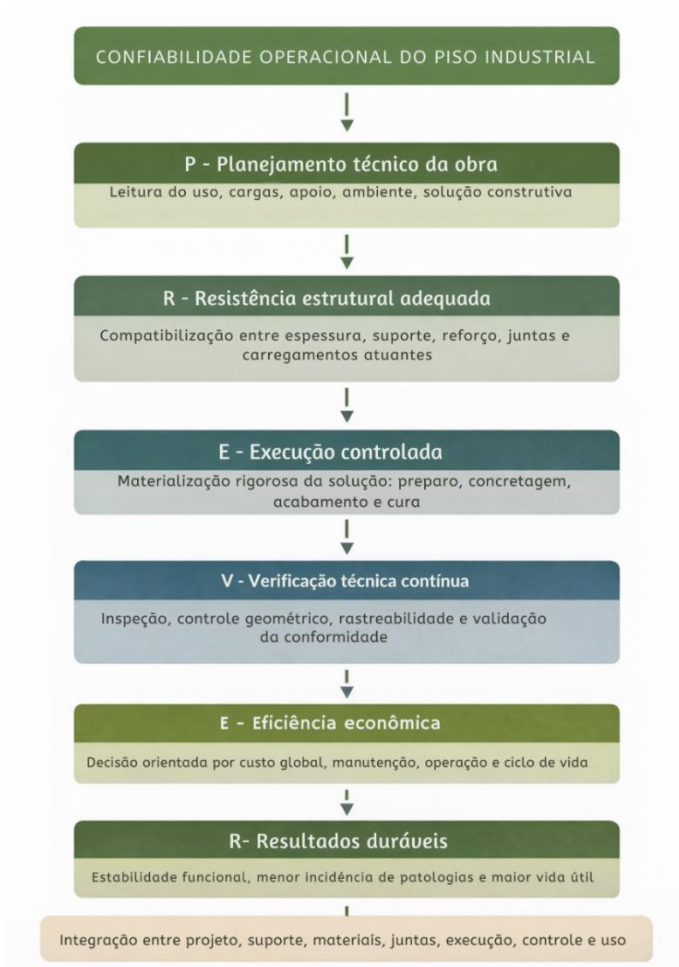
Esse enquadramento confere maior precisão à lógica do PREVER. O método não propõe sequência mecânica de etapas independentes, mas encadeamento técnico no qual cada dimensão depende da consistência da anterior e repercute sobre as seguintes. A confiabilidade do piso nasce, assim, da articulação entre leitura do contexto, adequação estrutural, disciplina executiva, validação objetiva, racionalidade econômica e permanência do desempenho ao longo do tempo.

Esse fundamento encontra respaldo na literatura técnica internacional. O ACI 360R-10 demonstra que o comportamento das lajes sobre o solo decorre da interação entre placa, condições de apoio, restrições de movimento e carregamentos efetivos, o que torna inadequada qualquer abordagem que isole o dimensionamento do restante do sistema. O ACI 302.1R-15 evidencia, de modo convergente, que o desempenho superficial, a integridade das juntas, a qualidade do acabamento e a resposta funcional do piso dependem da condução criteriosa das etapas críticas de obra.

No mesmo sentido, estudos metodológicos sobre controle do processo executivo de pisos cimentícios indicam que a previsibilidade do desempenho aumenta quando a obra é conduzida por sequência estruturada de verificações e compatibilizações, e não por correções pontuais após a instalação do dano. A dimensão econômica também encontra suporte técnico na abordagem de custo do ciclo de vida, segundo a qual a decisão sobre ativos construídos não deve ser orientada pelo custo inicial isolado, mas pelo comportamento global da solução ao longo do uso.

Nessa direção, o PREVER pode ser sintetizado no *framework* a seguir, que representa sua lógica interna de encadeamento e sua função integradora no ciclo técnico do piso industrial.

**Figura 4 – Framework do Método PREVER aplicado à engenharia de pisos industriais de concreto**



Fonte: Autor (2026)

A leitura do *framework* permite compreender que o PREVER não é composto por seis blocos independentes, mas por fluxo técnico interdependente. O planejamento inaugura o método porque nenhuma solução de piso pode ser considerada adequada sem leitura prévia do regime de uso, das cargas reais, das exigências de regularidade superficial, das condições do apoio e do ambiente operacional.

A resistência estrutural surge em seguida porque a adequação mecânica não pode ser dissociada daquilo que se pretende suportar em serviço. A execução controlada ocupa posição central, pois é nela que a solução concebida precisa ser efetivamente materializada sem distorções.

A verificação contínua introduz a exigência de controle objetivo da conformidade, deslocando a análise do campo da percepção empírica para o da validação técnica. A eficiência econômica impede que a decisão seja capturada pela lógica imediatista do menor custo inicial, incorporando manutenção, produtividade, paradas operacionais e custo do ciclo de vida.

Por fim, os resultados duráveis representam o horizonte de desempenho que justifica o método, traduzido em estabilidade funcional, menor recorrência de patologias e preservação do valor técnico e operacional do ativo (ACI, 2010; ACI, 2015; ASTM, 2023; ISO, 2017).

Há, portanto, diferença substantiva entre descrever boas práticas e formular um método. As boas práticas, quando apresentadas de forma dispersa, tendem a permanecer como recomendações úteis, mas insuficientes para organizar o processo decisório em obras complexas. O método, ao contrário, estabelece ordem de exame das variáveis e explicita a relação de dependência entre elas.

No caso dos pisos industriais, essa passagem possui especial relevância, porque boa parte das manifestações patológicas decorre justamente da perda dessa ordem interna: planeja-se sem

compatibilizar o uso, executa-se sem controlar janelas críticas, aceita-se a obra sem verificação adequada e corrige-se o dano sem reexaminar sua causa. O PREVER busca interromper esse ciclo ao transformar a prevenção em princípio técnico estruturador da engenharia do piso.

Seu escopo de aplicação recai, de modo prioritário, sobre pisos industriais de concreto moldados *in loco* sobre o solo, sobretudo em ambientes submetidos a carregamentos intensivos, tráfego mecanizado, exigências de precisão geométrica e forte dependência de continuidade operacional. Ainda que suas diretrizes dialoguem com princípios mais amplos da engenharia de lajes sobre o solo, o método é formulado especificamente para situações em que o piso atua simultaneamente como estrutura de suporte, superfície funcional e componente estratégico da logística interna.

O Método PREVER constitui, assim, proposta metodológica de confiabilidade aplicada aos pisos industriais de concreto, estruturada para alinhar concepção, desempenho estrutural, disciplina executiva, verificação objetiva, racionalidade econômica e durabilidade funcional. Sua utilidade não reside em substituir projeto, norma ou controle tecnológico, mas em articular esses elementos dentro de uma lógica única de decisão e prevenção.

### **4.3 P de Planejamento técnico da obra**

No Método PREVER, o planejamento técnico da obra constitui o primeiro núcleo de confiabilidade do piso industrial. É nessa etapa que se estabelecem as condições de coerência entre uso previsto, suporte disponível, solução construtiva, exigência geométrica e capacidade real de execução.

Em pisos industriais de concreto moldados *in loco* sobre o solo, o erro de origem mais recorrente não está, em regra, na ausência absoluta de informações, mas na leitura insuficiente de suas interdependências. Quando o regime de uso é tratado de forma

genérica, sem articulação com cargas atuantes, condição do apoio, exigências funcionais e ambiente operacional, o projeto tende a ser formalmente aceitável e tecnicamente vulnerável.

A primeira exigência dessa etapa consiste na leitura criteriosa do uso previsto. Em instalações industriais e logísticas, a solicitação do piso não pode ser reduzida a valor isolado de carga admissível, pois a resposta do sistema depende da natureza, da frequência e da distribuição das ações em serviço. Áreas de armazenagem, corredores de circulação, zonas de manobra, pontos de carregamento e regiões submetidas a cargas concentradas impõem demandas distintas à placa e ao suporte.

Essa leitura precisa ser acompanhada de avaliação consistente do apoio. O desempenho do piso decorre da interação entre rigidez da placa e qualidade mecânica do meio de suporte. Por isso, o planejamento exige atenção à uniformidade do subleito, à estabilidade da sub-base, à presença de heterogeneidades localizadas e à sensibilidade a recalques diferenciais.

Outra decisão central diz respeito à arquitetura construtiva do sistema. Planejar tecnicamente o piso industrial significa compatibilizar subleito, sub-base, eventuais barreiras de vapor, placa de concreto, sistema de reforço e exigência de superfície funcional. Essa definição não pode ser automática, pois cada interface interfere no comportamento final do conjunto.

Também cabe ao planejamento antecipar a relação entre exigência funcional e estratégia executiva. Planicidade, nivelamento, integridade superficial, resistência ao desgaste e comportamento das juntas devem ser reconhecidos ainda nessa etapa, e não apenas verificados ao final da obra. Quando essas exigências são postergadas, a margem de correção se reduz de forma acentuada.

Há, por fim, uma condição decisiva: a factibilidade executiva da solução. O PREVER parte do entendimento de que uma solução só é tecnicamente adequada quando, além de coerente com o uso e com o suporte, pode ser executada e controlada dentro das

condições concretas do empreendimento. Isso implica considerar logística de concretagem, sequência de lançamento, equipe executiva, janela de corte de juntas, estratégia de cura e capacidade de verificação geométrica.

O planejamento técnico da obra não representa, assim, fase preliminar acessória, mas o ponto em que o piso deixa de ser concebido como elemento genérico de concreto e passa a ser tratado como sistema singular de suporte, operação e durabilidade.

#### **4.4 R de Resistência estrutural adequada**

No Método PREVER, a resistência estrutural adequada corresponde à etapa em que as premissas definidas no planejamento são convertidas em capacidade mecânica compatível com o regime real de serviço do piso industrial.

Essa adequação não se reduz à escolha isolada de uma classe de concreto nem ao aumento empírico da espessura da placa. Em pisos industriais moldados *in loco* sobre o solo, a resposta estrutural depende da interação entre carregamentos, rigidez da placa, qualidade do apoio, geometria dos painéis, juntas e sistema resistente adotado.

O primeiro núcleo dessa etapa está na leitura dos carregamentos. Em pisos industriais, as solicitações não se manifestam de forma homogênea. O sistema pode ser submetido a cargas concentradas, cargas lineares, ações repetitivas de empilhadeiras e transpaleteiras, além de impactos localizados em bordas, juntas e regiões de manobra. Cada uma dessas ações exige compatibilização própria entre solicitação e resposta da placa.

A segunda frente de decisão incide sobre a relação entre espessura e apoio. Em pisos sobre o solo, a espessura da placa possui importância evidente, mas seu efeito estrutural não pode ser separado da qualidade do suporte. A interação entre rigidez da placa e reação do subleito condiciona a redistribuição de esforços, a

magnitude das flechas locais e a sensibilidade do sistema à perda de apoio em bordas e cantos.

Outro ponto central dessa dimensão é a escolha do sistema resistente. Em termos práticos, a engenharia do piso pode recorrer a concreto simples, concreto armado convencional ou concreto reforçado com fibras, entre outras soluções compatíveis com o desempenho requerido. A escolha entre esses sistemas deve refletir o comportamento esperado diante da fissuração, a capacidade residual requerida, o tipo de carregamento predominante e o nível de controle tecnológico disponível.

Nessa perspectiva, a resistência estrutural adequada envolve também o reconhecimento de que a fissuração não deve ser pensada apenas como evento a ser eliminado, mas como fenômeno a ser controlado em termos de localização, abertura e efeito sobre o desempenho funcional. Em pisos industriais, a integridade das bordas, a estabilidade das juntas e a transferência de carga entre painéis influenciam diretamente a trafegabilidade e a durabilidade operacional do sistema.

A adequação estrutural exige, ainda, que o detalhamento não seja tratado como apêndice secundário do cálculo. Geometria dos painéis, posição das juntas, presença de reentrâncias, vinculação com elementos fixos e previsão de mecanismos de transferência de carga podem modificar o comportamento mecânico do conjunto e, por isso, integram o núcleo resistente da solução.

A resistência estrutural adequada representa, assim, a tradução mecânica da coerência construída no planejamento. É nessa dimensão que o piso passa a adquirir configuração resistente compatível com suas condições efetivas de serviço.

#### **4.5 E de Execução controlada**

No Método PREVER, a execução controlada corresponde à etapa em que a solução tecnicamente definida é materializada em

obra sem perda de coerência em relação ao que foi planejado e dimensionado.

Em pisos industriais de concreto moldados *in loco* sobre o solo, essa etapa exige controle do suporte, do concreto, do lançamento, do acabamento, da cura e das juntas. A confiabilidade do piso depende de que essas operações sejam conduzidas dentro das condições previstas, sem improvisações que alterem o comportamento esperado do sistema.

O primeiro ponto crítico está no preparo do suporte. Subleito e sub-base precisam apresentar regularidade, estabilidade e continuidade compatíveis com a solução adotada, pois deficiências nessa base comprometem o apoio da placa desde a origem.

Em seguida, torna-se indispensável o controle do concreto recebido em obra. Consistência, tempo de transporte, lançamento e conformidade com os parâmetros especificados devem ser verificados de modo rigoroso, evitando práticas de canteiro que desorganizem o comportamento previsto da mistura.

Outro aspecto decisivo está no lançamento e no adensamento. A placa precisa ser formada com espessura compatível, distribuição homogênea do concreto e continuidade interna suficiente para preservar, ao mesmo tempo, integridade estrutural e qualidade funcional da superfície.

A operação de acabamento também exige controle rigoroso. Em pisos industriais, o fechamento superficial deve respeitar o comportamento do concreto fresco, especialmente a dissipação da exsudação e a evolução da pega. Quando essa janela técnica não é observada, aumentam os riscos de delaminação, *blistering*, perda de coesão superficial e desgaste precoce.

A cura integra o núcleo dessa etapa. Sua função não é acessória, mas diretamente relacionada à formação da microestrutura superficial, ao controle das tensões iniciais e à resistência da camada de uso. Proteção tardia ou insuficiente

favorece fissuração precoce, fragilização superficial e perda de desempenho funcional.

As juntas também ocupam posição crítica na execução controlada. A eficácia desse dispositivo depende do momento do corte, da profundidade executada, da continuidade do traçado e da compatibilidade com o ritmo da concretagem. Quando essa operação falha, a fissuração deixa de ocorrer em locais previstos e o sistema perde previsibilidade.

Por fim, a execução controlada exige rastreabilidade mínima das decisões de campo. Registros de lançamento, condições climáticas, consistência, procedimentos de acabamento, início da cura e corte de juntas constituem base indispensável para compreender o comportamento inicial do piso e interpretar eventuais desvios.

A execução controlada representa, assim, a materialização disciplinada da confiabilidade prevista nas etapas anteriores. É nela que a solução deixa de ser apenas adequada em tese e passa a ser preservada em sua forma real de construção.

#### **4.6 V de Verificação técnica contínua**

No Método PREVER, a verificação técnica contínua corresponde à etapa em que a confiabilidade do piso deixa de ser presumida e passa a ser objetivamente examinada.

Essa dimensão não se confunde com inspeção episódica nem com aceitação baseada em aparência visual. Seu núcleo consiste em confirmar, por observação, medição, registro e validação, se o sistema executado alcançou o padrão de conformidade requerido para operar com estabilidade.

A verificação começa pela conferência das condições executadas em relação às premissas de projeto e de obra. Isso inclui suporte preparado, compatibilidade da solução construída com a

configuração prevista, execução das juntas e registros produzidos durante a etapa executiva.

Entre os aspectos mais sensíveis dessa dimensão está o controle geométrico da superfície. Em pisos industriais, a funcionalidade depende de parâmetros de planicidade e nivelamento que interferem diretamente na trafegabilidade, na estabilidade de cargas e no comportamento dos equipamentos de movimentação. Por isso, a aceitação geométrica deve apoiar-se em critérios objetivos, como os índices FF e FL definidos pela ASTM E1155/E1155M-23.

A verificação técnica contínua envolve também a inspeção de manifestações iniciais que possam sinalizar perda de conformidade ainda em estágio manejável. Fissuras precoces, irregularidades em bordas, falhas localizadas na superfície, problemas no comportamento das juntas ou sinais de deformação anômala não devem ser tratados como ocorrências triviais, mas como indicadores de possível afastamento em relação às condições previstas.

Nesse contexto, a rastreabilidade assume papel estruturante. Registros de concretagem, controle de consistência, horários de corte de juntas, procedimentos de cura, medições geométricas e relatórios de inspeção formam a base documental necessária para relacionar o resultado observado às condições de execução.

A verificação deve servir, por fim, para validar, corrigir ou restringir. Seu objetivo não é apenas confirmar conformidade, mas fornecer base para intervenção tempestiva quando desvios forem identificados.

E a verificação técnica contínua consolida, assim, a transição entre obra executada e ativo confiável, ao transformar a conformidade do piso em resultado tecnicamente comprovável.

## 4.7 E de Eficiência econômica como critério transversal

No Método PREVER, a eficiência econômica não constitui etapa posterior à execução ou à verificação. Ela atua como critério transversal de decisão, presente desde a concepção da solução até a avaliação de seu comportamento em serviço.

Sua função consiste em deslocar a análise do custo inicial isolado para uma perspectiva de custo global. Em pisos industriais, isso significa considerar não apenas o valor de implantação, mas também os efeitos da solução sobre manutenção, continuidade operacional, produtividade logística e preservação do valor do ativo.

Essa abordagem é especialmente necessária porque, nesse tipo de infraestrutura, o impacto econômico das falhas ultrapassa o custo direto do reparo. Fissuras, degradação de juntas, desgaste prematuro da superfície, perda de apoio e instabilidades geométricas podem gerar paralisações parciais, restrições de tráfego, aumento do desgaste de equipamentos e redução da previsibilidade operacional.

A eficiência econômica, nessa lógica, relaciona-se diretamente às decisões tomadas nas etapas anteriores. Planejamento insuficiente, solução estrutural mal ajustada, execução sem controle e verificação deficiente tendem a transferir para a fase de uso custos que poderiam ter sido evitados na origem.

É nesse ponto que a noção de custo do ciclo de vida se torna central. A ISO 15686-5:2017 oferece base para avaliar ativos construídos considerando investimento inicial, operação, manutenção, substituição e demais eventos ao longo da vida útil. Para pisos industriais, essa leitura permite comparar soluções por sua capacidade de manter desempenho com menor incidência de interrupções e menor necessidade de correções recorrentes.

Sob a lógica do PREVER, a eficiência econômica responde a uma pergunta decisiva: a solução adotada permanece vantajosa quando se considera seu comportamento ao longo da vida útil funcional do piso? Um piso industrial não é economicamente

eficiente porque custa menos na origem, mas porque sustenta, com estabilidade, as condições necessárias para a operação do sistema produtivo.

#### **4.8 R de Resultados duráveis como critério de êxito**

No Método PREVER, os resultados duráveis não constituem etapa operativa, mas critério de êxito do método. Eles representam a expressão acumulada da qualidade técnica alcançada ao longo do planejamento, da definição estrutural, da execução, da verificação e da decisão orientada por custo global.

Em pisos industriais de concreto sobre o solo, a durabilidade não deve ser entendida como promessa abstrata de longa vida útil, nem como mera ausência de ruptura estrutural visível. Ela corresponde à capacidade do sistema de preservar, em condições reais de uso, sua integridade funcional, sua estabilidade geométrica e sua aptidão para suportar o regime operacional sem ingresso precoce em ciclos sucessivos de degradação e reparo.

Essa condição se manifesta na preservação da interface de uso, na integridade das juntas e bordas, na estabilidade geométrica ao longo do tempo e na redução da necessidade de intervenções precoces. Um piso que mantém superfície coesa, comportamento estável sob tráfego, juntas funcionais e menor incidência de patologias demonstra que o conjunto das decisões anteriores produziu desempenho persistente, e não conformidade momentânea.

Os resultados duráveis relacionam-se também à preservação do valor técnico do ativo. Em empreendimentos logísticos e produtivos, a estabilidade do piso repercute sobre a previsibilidade da operação, a confiabilidade da instalação e a menor exposição a interrupções e custos extraordinários.

Sob a lógica do PREVER, essa dimensão responde à pergunta conclusiva do método: o conjunto das decisões adotadas foi capaz

de produzir estabilidade funcional persistente ao longo do uso? É nessa resposta que se reconhece o êxito efetivo da engenharia do piso industrial.

#### **4.9 Síntese metodológica do capítulo**

O desenvolvimento deste capítulo permitiu demonstrar que a confiabilidade dos pisos industriais de concreto não resulta de decisões avulsas nem de correções fragmentadas após a instalação do dano. Ela depende de organização técnica capaz de articular, em sequência coerente, leitura do contexto, definição estrutural, materialização controlada, validação objetiva, racionalidade econômica e permanência do desempenho em serviço.

Essa é a função do Método PREVER. Mais do que reunir recomendações dispersas, o método estrutura a tomada de decisão em lógica integrada de prevenção, na qual cada dimensão contribui para reduzir incompatibilidades, antecipar desvios e elevar a previsibilidade do comportamento do piso industrial.

Nesse quadro, o planejamento técnico define as premissas de coerência do sistema. A resistência estrutural adequada traduz essas premissas em capacidade mecânica compatível com o uso. A execução controlada preserva, em campo, a integridade da solução concebida. A verificação técnica contínua valida objetivamente a conformidade do sistema construído. A eficiência econômica orienta a decisão em perspectiva de custo global. Os resultados duráveis expressam, por fim, a estabilidade funcional e operacional alcançada ao longo do uso.

O PREVER não substitui projeto, norma ou controle tecnológico. Sua contribuição reside em articular esses elementos dentro de uma mesma racionalidade técnica, orientada à prevenção de falhas, à confiabilidade do ativo e à preservação do desempenho do piso industrial ao longo do tempo.

## CAPÍTULO V

# APLICAÇÃO PRÁTICA DO MÉTODO PREVER EM OBRAS INDUSTRIAIS

Chega-se, neste ponto, ao teste mais exigente de qualquer formulação técnica: sua capacidade de permanecer válida quando encontra a obra real.

Métodos se tornam relevantes não quando soam organizados no papel, mas quando suportam pressões de prazo, custo, interferências executivas e decisões que precisam ser tomadas sem margem para improvisos.

É nesse ambiente que o PREVER precisa ser lido. Não mais como formulação conceitual, e sim como critério de condução técnica.

Por essa razão, este capítulo assume uma posição distinta no livro. Seu objetivo não é retomar fundamentos, nem refazer o percurso patológico já analisado. Seu campo é outro: mostrar como a lógica do método se converte em escolha, controle e discernimento técnico diante de situações concretas de obra industrial.

Mais do que encerrar a discussão, este capítulo a expõe ao seu ponto de verificação. Se o método conserva utilidade sob exigência real, então sua formulação se justifica. Se não conserva, permanece como construção elegante, porém insuficiente.

### 5.1 A prova prática do método

A consistência de um método técnico não se afirma no grau de ordenação que alcança no plano conceitual, mas na capacidade de sustentar decisões quando submetido às restrições concretas da

obra. Em empreendimentos industriais, essa prova assume particular intensidade, porque a margem para dissociação entre escolha técnica, execução e desempenho tende a produzir efeitos que ultrapassam o campo construtivo e alcançam o funcionamento do próprio ativo.

É sob esse critério que o Método PREVER deve ser observado neste capítulo. Sua utilidade não será aferida por reapresentação teórica, mas pela leitura de situações em que planejamento, controle, compatibilização executiva, disciplina econômica e permanência do desempenho precisaram operar de forma articulada. Mais do que ilustrar uma formulação anterior, trata-se de verificar se a lógica proposta conserva força de orientação quando encontra exigências reais de obra industrial.

Os casos examinados a seguir respondem a esse propósito. Cada um deles expõe, sob ângulos distintos, uma condição em que a decisão técnica precisou ser conduzida sem perda de coerência entre concepção, execução e resultado. É nesse plano, e não no da repetição explicativa, que a aplicação prática do PREVER se torna tecnicamente verificável.

## **5.2 Fábrica Mercedes-Benz em Iracemápolis/SP**

Na obra da fábrica Mercedes-Benz em Iracemápolis, a exigência predominante não se limitava à execução correta de etapas isoladas. O que se impunha era a manutenção de continuidade técnica entre frentes sucessivas de trabalho, desde a fundação até o acabamento, em um ambiente no qual escala, coordenação e previsibilidade condicionavam a própria estabilidade do processo construtivo. Nesse tipo de empreendimento, a fragmentação decisória tende a produzir efeitos cumulativos: o que parece resolvido em uma etapa reaparece, adiante, como desajuste de compatibilização, perda de ritmo executivo ou elevação de custo indireto.

A relevância desse caso, para os fins deste capítulo, está precisamente em mostrar que a condução de uma obra industrial de maior porte exige mais do que domínio setorial de procedimentos. Exige capacidade de leitura integrada. Quando diferentes etapas avançam sob lógica apenas local, a obra preserva aparência de progresso, mas perde coerência interna. Em situações dessa natureza, o valor da decisão técnica não decorre de respostas pontuais bem formuladas, e sim da aptidão para preservar vínculo entre o que foi previamente definido, o que está sendo executado e o que precisará permanecer funcional ao final.

É nesse sentido que a experiência em Iracemápolis permite reconhecer, de forma mais nítida, a dimensão prática do PREVER. A obra evidencia que planejamento técnico não constitui providência preliminar destacável do restante do processo. Sua função é estruturar o encadeamento da execução, antecipando exigências, reduzindo interferências e contendo incompatibilidades antes que elas se convertam em retrabalho ou instabilidade construtiva. Quando essa antecipação falha, o canteiro deixa de operar como sistema e passa a reagir tardiamente a problemas que já deveriam ter sido absorvidos na origem.

O mesmo se observa quanto à execução controlada. Em empreendimentos dessa escala, a perda de qualidade nem sempre decorre de falha ostensiva. Com frequência, ela se instala na soma de pequenos desvios tolerados em nome da urgência, do ritmo ou da aparência de avanço. A experiência prática mostra, entretanto, que a obra industrial não responde bem a essa permissividade incremental. Quanto maior a complexidade do empreendimento, menor a possibilidade de compensar adiante aquilo que foi mal resolvido antes. O controle executivo, por isso, deixa de ter função corretiva acessória e passa a constituir mecanismo de preservação da coerência técnica.

Também a leitura econômica adquire, nesse contexto, densidade menos imediatista. Em obras industriais, a noção de eficiência não se sustenta pelo simples abatimento de custo inicial,

sobretudo quando essa redução compromete qualidade de execução, estabilidade de etapas posteriores ou confiabilidade do resultado final. O caso demonstra que custo, prazo e desempenho não operam como grandezas independentes. Ao contrário, a tentativa de otimizar uma delas por supressão das demais costuma deslocar o problema, e não o resolver.

A principal lição técnica extraída dessa experiência reside, portanto, na necessidade de preservar unidade de decisão ao longo de todo o processo construtivo. Em um ambiente de grande porte, marcado por forte interdependência entre frentes e etapas, a racionalidade técnica só se mantém quando planejamento, execução e controle deixam de atuar como domínios paralelos. É justamente essa recusa à dispersão que permite reconhecer, no plano da obra, a força operativa do PREVER.

### **5.3 Pista de Testes de Caminhões da Mercedes-Benz em Iracemápolis/SP**

Na pista de testes de caminhões da Mercedes-Benz em Iracemápolis, a decisão técnica se apresentava sob regime ainda mais severo. Não se tratava, ali, de assegurar apenas a correta execução de uma obra industrial de grande porte, mas de responder a uma condição funcional marcada por solicitação intensa, repetição de cargas, exigência de desempenho e necessidade de controle rigoroso sobre custos, projetos e execução. Em empreendimentos dessa natureza, a margem para soluções genericamente satisfatórias se reduz de forma sensível. O comportamento futuro da estrutura deixa de admitir leituras aproximativas.

A relevância deste caso decorre precisamente dessa convergência entre exigência mecânica, funcionalidade operacional e racionalidade econômica. Quando a obra se orienta por uso severo e por expectativa de resposta estável ao longo do tempo, qualquer dissociação entre concepção, detalhamento e acompanhamento executivo tende a produzir consequências ampliadas. Nesses

contextos, o erro não se limita a comprometer acabamento, sequência construtiva ou custo localizado. Ele alcança a aptidão do empreendimento para cumprir a função que justificou sua implantação.

É sob essa condição que a experiência na pista de testes permite observar, com maior nitidez, a dimensão da resistência estrutural adequada. A exigência não se reduz à adoção de parâmetros mais elevados em termos nominais. O que se impõe é a compatibilização entre solicitação prevista, solução projetada, comportamento esperado e controle das condições concretas de execução. Quando essa compatibilização se fragiliza, a robustez aparente da solução perde valor técnico, porque deixa de corresponder, com segurança, ao regime real de uso.

Ao mesmo tempo, esse caso evidencia que a verificação técnica contínua não pode ser compreendida como etapa periférica. Em obras submetidas a exigência funcional elevada, verificar significa preservar aderência entre o que foi concebido e o que efetivamente está sendo produzido. Essa exigência possui valor ainda maior quando a obra envolve simultaneamente desenvolvimento de projetos, controle de custos e acompanhamento da execução, pois o risco de fragmentação cresce na mesma medida em que aumentam as interfaces decisórias. A verificação, nesse contexto, funciona como instância de recondução técnica do processo, impedindo que a obra se afaste silenciosamente de suas próprias premissas.

A experiência também expõe, com clareza, a insuficiência de leituras econômicas centradas em economia imediata. Em empreendimentos sujeitos a uso intenso, o menor custo inicial pode converter-se em decisão tecnicamente dispendiosa quando transfere para o futuro o preço da correção, da perda de desempenho ou da necessidade de reforço. A racionalidade econômica, por isso, não pode ser dissociada da permanência funcional da solução. Quanto mais exigente o uso, mais estreita se torna a relação entre custo, confiabilidade e durabilidade.

A lição técnica que emerge desse caso é precisa. Em obras industriais submetidas a solicitação severa, o desempenho não decorre de respostas isoladas localmente corretas, mas da manutenção de coerência entre projeto, execução, verificação e leitura econômica. É justamente nessa articulação que a lógica do PREVER se torna reconhecível. Não como fórmula enunciada, mas como disciplina de decisão capaz de impedir que a obra seja conduzida por critérios compartimentados.

#### **5.4 Safety Center Crash Test da FCA em Betim/MG**

No Safety Center Crash Test da Fiat Chrysler Automobiles, em Betim, a complexidade da obra assumia feição diversa, embora igualmente reveladora. Em instalações dessa natureza, o desafio técnico não se define apenas pela escala do empreendimento ou pela intensidade do uso, mas pela necessidade de compatibilizar exigência funcional elevada, precisão de execução, controle de custos e coordenação entre decisões que não admitem perda de aderência ao propósito técnico da instalação. Quando o empreendimento se orienta por função altamente especializada, a obra deixa de tolerar soluções conduzidas por aproximação.

Esse caso revela, de forma particularmente expressiva, a centralidade do planejamento técnico como estrutura de antecipação. Em ambientes de alta especificidade, a decisão não pode ser tomada reativamente, à medida que os problemas surgem. A obra exige leitura prévia das condicionantes, das interfaces sensíveis e dos pontos em que qualquer insuficiência inicial tende a repercutir de modo ampliado nas etapas subsequentes. Nessa circunstância, planejar não significa apenas ordenar cronologicamente atividades. Significa reduzir incerteza técnica por meio de previsão qualificada.

A experiência em Betim também permite reconhecer o peso da coordenação entre projeto, orçamento e execução. Em vez de domínios separados, esses campos se apresentam como dimensões

mutuamente implicadas. Quando a obra perde essa unidade, a consequência não é mero desencontro administrativo, mas enfraquecimento da consistência técnica da solução. A decisão orçamentária, se isolada da exigência funcional da instalação, pode induzir compressões incompatíveis com o desempenho esperado. De modo semelhante, a execução, quando dissociada da leitura global do empreendimento, tende a resolver localmente o que exige coerência de conjunto.

É nesse ponto que a utilidade prática do PREVER volta a se tornar perceptível. O método se mostra fértil não porque ofereça repertório adicional de prescrições, mas porque obriga a manter unidas variáveis que a rotina de obra frequentemente separa. No Safety Center, essa exigência adquire intensidade ampliada, já que a especialização da instalação não admite desvios tratados como compensáveis em momento posterior. A margem para correção tardia se estreita, e com ela aumenta o valor da decisão tecnicamente antecipada.

Também a eficiência econômica assume, aqui, significado mais exigente. Em instalações de maior sofisticação técnica, contenção de custo não pode equivaler a simplificação indevida da solução. A economia legítima é aquela que preserva funcionalidade, precisão e estabilidade de desempenho. Fora desse horizonte, a redução de dispêndio deixa de ser eficiência e passa a constituir deslocamento de risco para fases posteriores da vida útil do ativo.

A principal lição oferecida por esse caso reside na evidência de que empreendimentos industriais especializados impõem uma disciplina decisória mais estrita. Não há espaço, neles, para separação entre previsão, compatibilização e controle. O que a experiência demonstra é que a confiabilidade do resultado depende da capacidade de manter integradas, desde o início, as condições que governam a obra. É precisamente nessa exigência de integração sob pressão real que a força operativa do PREVER se deixa perceber com maior clareza.

## 5.5 O que os casos demonstram

Os três casos examinados não se deixam reduzir a uma mesma configuração de obra. Diferem em escala, finalidade, regime de solicitação e nível de especialização. Ainda assim, convergem em um ponto decisivo: em todos eles, a estabilidade do resultado dependeu menos da correção isolada de respostas parciais do que da preservação de coerência entre decisões tecnicamente interdependentes.

Na fábrica Mercedes-Benz, essa coerência se revelou na necessidade de manter continuidade entre etapas sucessivas de execução, sem permitir que o avanço físico da obra ocultasse perdas de compatibilização. Na pista de testes, ela se manifestou na relação estrita entre exigência funcional, adequação estrutural, controle executivo e leitura econômica. No Safety Center, emergiu sob a forma de antecipação qualificada, precisão de coordenação e baixa tolerância a decisões deslocadas do propósito técnico da instalação.

O que esses casos tornam visível, portanto, não é a repetição de um mesmo problema construtivo, mas a recorrência de uma mesma exigência metodológica. Obras industriais de maior responsabilidade não admitem condução fragmentada sem que, em algum momento, essa fragmentação se converta em instabilidade técnica, perda de desempenho ou elevação de custo corretivo.

Há, nesse aspecto, uma lição de especial relevância para a engenharia de pisos industriais. A obra tende a produzir a impressão de que seus problemas nascem de falhas localizadas e de que, por essa razão, poderiam ser resolvidos por providências igualmente localizadas. A experiência reunida neste capítulo sugere direção diversa. Em empreendimentos dessa natureza, o desajuste raramente permanece contido no ponto em que surge. Ele se propaga por interfaces, repercute em etapas subsequentes e altera, por vezes de modo silencioso, a confiabilidade do conjunto.

É por isso que a principal utilidade do PREVER não está em acrescentar complexidade ao processo decisório. Sua utilidade está

em impedir simplificações indevidas. O método obriga a reconhecer que planejamento, adequação estrutural, execução, verificação, economia e permanência do desempenho não constituem domínios paralelos. Constituem dimensões de um mesmo problema técnico.

Os casos também demonstram que a leitura econômica da obra industrial exige maior rigor. Em todos eles, a racionalidade de custo mostrou-se inseparável da consistência técnica da solução. Quando essa relação é rompida, a aparente eficiência inicial tende a ser corrigida, mais adiante, sob a forma de retrabalho, intervenção adicional, perda de previsibilidade ou comprometimento funcional do ativo. A economia, nesse campo, só se legitima quando permanece subordinada à estabilidade do resultado.

Outro aspecto que os casos tornam especialmente nítido é o valor da antecipação técnica. Não se trata de pretensão de controle absoluto sobre a obra, o que seria impraticável. Trata-se de reduzir o campo da imprevisibilidade evitável. Em empreendimentos industriais, a antecipação qualificada preserva mais do que prazos ou custos. Ela preserva a possibilidade de que a execução permaneça aderente ao desempenho pretendido.

Desse modo, a leitura transversal dos casos permite concluir que o PREVER se confirma menos como esquema descritivo do processo e mais como disciplina de condução técnica. Sua força não reside em nomear etapas conhecidas da engenharia, mas em manter articulado aquilo que a dinâmica da obra frequentemente tenta separar. É precisamente essa capacidade de preservar unidade sob pressão real que confere ao método sua utilidade mais substantiva. Os casos aqui examinados tornam essa qualidade visível em situações reais de obra. Ainda assim, o alcance técnico do método pode ser observado de forma mais analítica quando submetido a cenários aplicados distintos, organizados de modo a explicitar com maior nitidez suas relações entre desempenho, custo, controle e durabilidade. É nesse plano que se insere o capítulo seguinte.

## CAPÍTULO VI

# CASOS APLICADOS E EVIDÊNCIAS DE DESEMPENHO

A consistência de um método técnico não se esgota em sua formulação conceitual. Seu valor se torna mais nítido quando submetido a condições distintas de aplicação, nas quais desempenho, custo, controle executivo e permanência do resultado deixam de ser categorias abstratas e passam a atuar como exigências concretas da obra. É nesse plano que se insere o presente capítulo, voltado à validação aplicada do Método PREVER como proposta metodológica autoral, formulada a partir da convergência entre referenciais técnicos consolidados e a experiência profissional do autor em planejamento, desenvolvimento de projetos, acompanhamento de obras, controle executivo e gestão de custos.

A composição do capítulo responde a esse propósito ao reunir três situações com regimes distintos de solicitação e criticidade: um piso industrial novo em centro logístico, uma intervenção de recuperação em estrutura já afetada por patologias severas e um piso de alta performance submetido a exigências rigorosas de planicidade, resistência e continuidade operacional. Em todos esses cenários, o que se procura evidenciar não é a simples soma de providências técnicas, mas a capacidade do PREVER de manter articuladas decisões que, quando conduzidas de forma fragmentada, tendem a comprometer desempenho, elevar custo corretivo e reduzir a confiabilidade do ativo.

Nessa perspectiva, o capítulo cumpre função própria na arquitetura da obra. Seu papel consiste em ampliar o alcance do método ao demonstrar que sua contribuição não reside na repetição de categorias já conhecidas da engenharia, mas na disciplina de

condução técnica que propõe diante de situações em que desempenho, custo, controle executivo e permanência do resultado não podem ser tratados como domínios apartados. É precisamente essa aptidão para reorganizar o processo decisório sob lógica preventiva, integradora e operacionalmente exigente que os casos analisados tornam visível, reforçando o PREVER não apenas como recurso analítico, mas como formulação autoral com aplicabilidade concreta.

### **6.1 Aplicação do Método PREVER em piso industrial de centro logístico**

O primeiro caso examina a aplicação do Método PREVER em um centro logístico de médio porte, com piso de concreto moldado *in loco* sobre subleito compactado, área de 12.000 m<sup>2</sup>, espessura média de 15 cm e tráfego intenso de empilhadeiras elétricas em ambiente parcialmente fechado. Nesse contexto, regularidade superficial, integridade das juntas, resistência à solicitação repetitiva e previsibilidade de manutenção assumem papel decisivo no desempenho do ativo.

A importância do caso decorre do tipo de vulnerabilidade que ele explicita. Em empreendimentos com configuração semelhante, a recorrência de fissuração plástica e por retração, desgaste superficial precoce, falhas em juntas e baixa durabilidade sob tráfego repetitivo costuma estar associada à perda de articulação entre projeto, execução e controle tecnológico. O problema, portanto, não se resume ao aparecimento isolado de patologias, mas à descontinuidade entre decisões tecnicamente interdependentes.

É nesse ponto que o PREVER se afirma como critério de condução técnica. No planejamento, o método exigiu definição antecipada das condições reais de uso, estudo do subleito e organização da concretagem. Na resistência, orientou o dimensionamento compatível com as cargas operacionais, a especificação de concreto com controle de retração e a definição de

malha de juntas voltada à redução do risco de fissuração. Na execução, impôs controle rigoroso do lançamento e do adensamento, nivelamento com equipamentos a laser e aplicação imediata de cura química. Na verificação, estruturou controle tecnológico do concreto, inspeção das juntas e monitoramento das primeiras idades. Na eficiência econômica, vinculou cronograma, redução de retrabalho e diminuição de futuras interrupções operacionais.

O aspecto mais expressivo do caso não está na adoção isolada dessas medidas, mas na coerência entre elas. O PREVER atua justamente contra a fragmentação que, com frequência, separa dimensionamento, execução, cura e verificação. Sob essa lógica, o piso deixa de ser tratado como elemento autônomo e passa a ser compreendido como interface entre exigência operacional, integridade construtiva e custo de permanência do desempenho.

Os resultados observados confirmam essa leitura. Após seis meses de operação, registrou-se redução de aproximadamente 60% na incidência de fissuras em comparação com obras similares, ausência de falhas estruturais relevantes nas juntas, redução estimada de 25% nos custos de manutenção preventiva e melhora da regularidade superficial, com reflexos positivos na eficiência operacional das empilhadeiras. O caso demonstra, assim, que a utilidade do PREVER reside em converter prevenção em estabilidade operacional observável.

Se, neste primeiro cenário, o método evidencia sua força preventiva em obra nova, o caso seguinte permite verificar sua aderência em condição distinta e mais restritiva: a recuperação de um piso já comprometido por dano acumulado.

## 6.2 Aplicação do Método PREVER na recuperação de piso industrial com patologias severas

O segundo caso examina a aplicação do Método PREVER em um cenário de recuperação de piso industrial já comprometido por manifestações patológicas disseminadas, mas ainda inserido em ambiente produtivo que não admitia paralisação integral. Trata-se de piso existente em indústria alimentícia, com área de 8.500 m<sup>2</sup>, cinco anos de uso e operação contínua sob tráfego de paleteiras e empilhadeiras. Nesse contexto, fissuração generalizada, desgaste superficial acentuado e falhas em juntas já haviam se convertido em risco técnico, operacional e econômico.

O interesse técnico deste caso está em demonstrar que o PREVER não se limita a obras novas. Seu valor torna-se particularmente visível quando a decisão técnica precisa operar em estrutura degradada, sob restrição de parada e pressão por contenção de custos. O diagnóstico inicial associou as patologias à deficiência no controle de retração, a falhas na execução das juntas, à ausência de manutenção preventiva e à baixa resistência superficial do concreto. O problema, portanto, não estava apenas no dano material instalado, mas na perda progressiva de coerência entre concepção, execução, uso e conservação do piso.

Sob essas condições, o PREVER organizou a intervenção a partir de uma lógica integrada. No planejamento, estruturou-se levantamento detalhado das patologias, definição de estratégia setorial de recuperação e programação da obra sem suspensão total da operação. Na resistência, orientou-se a especificação de materiais de reparo com elevada resistência mecânica e a adoção de tratamento superficial com endurecedor químico. Na execução, o método guiou o corte e a recomposição de juntas, o tratamento de fissuras com injeção de resina e a aplicação de sistema de reforço superficial. Na verificação, incorporaram-se inspeções contínuas das áreas tratadas e testes de aderência e resistência superficial. Na eficiência econômica, a execução por etapas permitiu preservar a

continuidade produtiva e reduzir perdas operacionais durante a intervenção.

O ponto central, aqui, reside em demonstrar que a recuperação de piso industrial não pode ser tratada como simples resposta corretiva localizada. Em abordagens fragmentadas, fissuras, juntas e superfície tendem a ser enfrentadas como frentes independentes, produzindo reparos aparentes e pouco duráveis. O PREVER atua em sentido distinto: exige que a leitura do dano conduza à recomposição coerente do sistema, articulando reparo, desempenho e viabilidade econômica.

Os resultados observados confirmam essa interpretação. Após quatro meses, registrou-se redução de aproximadamente 70% das manifestações patológicas visíveis, recuperação da capacidade operacional do piso, extensão estimada da vida útil entre cinco e oito anos e redução de até 40% no custo quando comparado à substituição total. O caso demonstra, assim, que o PREVER também possui elevada aderência a contextos de reabilitação, nos quais a estabilidade funcional do ativo depende de decisão técnica integrada, e não de correções isoladas.

Se, no caso anterior, o método preservava desempenho em obra nova, e aqui reorganiza a resposta em estrutura degradada, o terceiro cenário o projeta para um regime ainda mais exigente, no qual precisão geométrica e confiabilidade funcional passam a comandar toda a lógica executiva.

### **6.3 Aplicação do Método PREVER em piso de alta performance para indústria automobilística**

O terceiro caso examina a aplicação do Método PREVER em um piso de alta performance destinado à indústria automobilística, contexto em que planicidade, resistência a cargas dinâmicas e baixa tolerância a falhas passam a organizar todo o processo decisório. Trata-se de ambiente de elevada exigência funcional, com circulação

de equipamentos de precisão, necessidade de regularidade geométrica rigorosa e dependência direta entre desempenho do piso e estabilidade operacional da planta.

O valor analítico deste cenário reside no fato de que, nesse tipo de instalação, pequenas deformações, falhas de acabamento ou desvios de planicidade deixam de ser imperfeições secundárias e passam a comprometer diretamente a confiabilidade do uso. O problema central, portanto, não se limita à resistência do concreto, mas envolve a capacidade de manter, sob regime executivo rigoroso, um padrão geométrico e estrutural compatível com a criticidade do ambiente industrial.

Nesse ambiente, o PREVER organizou a solução a partir de seis frentes articuladas. No planejamento, definiu-se previamente o regime de uso, os critérios de planicidade e as exigências de precisão. Na resistência, o método orientou a especificação de concreto de alto desempenho e a compatibilização da solução estrutural com as cargas dinâmicas previstas. Na execução, impôs controle rigoroso de lançamento, acabamento e nivelamento, com uso de *laser screed*. Na verificação, incorporou medições contínuas de FF/FL e controle tecnológico do concreto. Na eficiência econômica, vinculou a precisão executiva à redução de correções posteriores e de perdas operacionais. Nos resultados duráveis, concentrou a atenção na permanência do desempenho sem necessidade de retrabalho corretivo.

Sua contribuição mais evidente está em demonstrar que ambientes industriais de alta performance não admitem condução fragmentada entre especificação, execução e controle. Quando essa articulação se rompe, o custo da correção tende a ser elevado e a perda de confiabilidade se torna rapidamente perceptível. O PREVER atua, aqui, como disciplina de coordenação técnica voltada a preservar unidade entre exigência funcional, precisão construtiva e estabilidade do resultado.

Os resultados observados reforçam essa leitura. O caso registrou atendimento integral aos critérios de planicidade estabelecidos, redução de aproximadamente 50% em retrabalho e desempenho compatível com as exigências operacionais previstas. Em consequência, evidencia-se que o PREVER apresenta aderência também a cenários de alta criticidade, nos quais o valor do método reside em converter controle técnico rigoroso em desempenho verificável e previsibilidade operacional.

Tomados em conjunto, os três cenários permitem uma leitura comparativa mais precisa do alcance do método.

#### **6.4 Síntese comparativa e alcance técnico do método**

Tomados em conjunto, os três casos permitem observar que o PREVER preserva coerência mesmo sob condições distintas de solicitação, uso e criticidade. No centro logístico, sua força se manifesta na prevenção de fissuração, no controle das juntas e na estabilidade operacional sob tráfego repetitivo. Na recuperação do piso com patologias severas, o método evidencia capacidade de reorganizar a decisão técnica em contexto de dano instalado, restrição de parada e pressão por contenção de custos. No piso de alta performance para indústria automobilística, sua aderência se revela na articulação entre precisão executiva, controle geométrico e confiabilidade funcional.

A principal conclusão dessa comparação é que o PREVER não depende de uma única configuração de empreendimento para produzir resultado. Sua utilidade reside na capacidade de manter articuladas dimensões que, quando tratadas de forma fragmentada, tendem a comprometer desempenho, durabilidade e previsibilidade econômica. Em obra nova, em reabilitação ou em ambiente de alta exigência operacional, o método atua como disciplina de coordenação técnica voltada à preservação da estabilidade do ativo.

Também se torna evidente que o alcance do PREVER ultrapassa a prevenção isolada de patologias. O método organiza decisões de projeto, execução, verificação e custo de modo a preservar a permanência do desempenho ao longo do uso. É esse encadeamento que lhe confere consistência como proposta metodológica para a engenharia de pisos industriais: não um esquema descritivo de etapas, mas um critério de condução capaz de converter coerência técnica em desempenho observável.

Em consequência, os casos analisados confirmam que o PREVER mantém utilidade prática em contextos operacionais distintos, sobretudo quando falhas localizadas tendem a produzir efeitos amplificados sobre custo, confiabilidade e funcionalidade. Mais do que nomear etapas conhecidas da engenharia, o método demonstra que a estabilidade do resultado depende da manutenção de unidade entre decisões interdependentes. É precisamente essa capacidade de preservar articulação sob diferentes regimes de exigência que define seu alcance técnico e reforça sua relevância para o tratamento de problemas recorrentes da construção industrial.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos capítulos que compõem esta obra, o piso industrial de concreto foi examinado sob uma perspectiva deliberadamente integradora. Não como superfície executada ao final de um processo construtivo mais amplo, nem como elemento técnico subordinado às demais disciplinas da obra, mas como sistema de desempenho cuja confiabilidade resulta, invariavelmente, da qualidade das decisões tomadas antes que a primeira betonada seja lançada.

Esse percurso não foi construído ao acaso. A progressão entre os capítulos acompanha a lógica interna do próprio problema: compreender o contexto antes de propor a solução, examinar os fundamentos antes de diagnosticar as falhas, reconhecer as patologias antes de formular o método e submeter o método à validação aplicada antes de qualquer afirmação mais ampla sobre sua consistência. Essa arquitetura não cumpre função meramente expositiva. Ela materializa, no próprio desenvolvimento do livro, a coerência que se defende como princípio de condução técnica.

O exame das patologias revelou algo que a experiência de campo confirma com insistência: grande parte das falhas observadas em pisos industriais não decorre de ignorância técnica, mas de dissociação entre decisões que deveriam permanecer articuladas. O subleito insuficientemente caracterizado compromete o dimensionamento que parecia adequado. O concreto corretamente dosado perde desempenho diante de uma cura negligenciada. A junta tecnicamente bem-posicionada converte-se em origem de patologia quando executada fora do prazo ou sem proteção compatível. Em todos esses casos, o problema não esteve na ausência de conhecimento, mas na articulação que faltou entre as escolhas realizadas ao longo do processo. É nesse intervalo que o

custo da não qualidade se instala de forma silenciosa, cumulativa e, por vezes, irreversível.

O Método PREVER foi formulado para intervir precisamente nesse ponto. Não como substituto do julgamento técnico do engenheiro, nem como simplificação de uma realidade que não admite simplificações indevidas, mas como proposta autoral de organização prévia das condições que tornam o desempenho possível, controlável e verificável. Sua contribuição não reside em oferecer respostas prontas, mas em estruturar perguntas técnicas na ordem correta, de modo a conduzir decisões coerentes, economicamente sustentadas e compatíveis com o ciclo de vida da instalação. Nesse sentido, o método se afirma menos como repertório de providências isoladas e mais como disciplina de coordenação técnica voltada à preservação da confiabilidade do sistema.

A análise econômica integrada ao método demonstrou que a eficiência de um piso industrial não se mede pelo custo imediato de execução, mas pelo custo total que ele representa ao longo da operação, incluindo manutenção, paradas, reparos, danos a equipamentos e perda de produtividade. Decisões aparentemente econômicas na fase inicial frequentemente produzem passivos operacionais que superam, com larga margem, a economia obtida no projeto. O rigor técnico anterior à execução, nesse contexto, não representa acréscimo indevido de custo, mas investimento com retorno verificável ao longo do tempo de uso.

Os capítulos finais permitiram verificar que o método conserva validade quando submetido a níveis distintos de exigência técnica e operacional. Em um primeiro plano, sua aderência foi observada em situações concretas de aplicação, nas quais prazo, custo, interferências executivas e necessidade de coordenação já impunham forte disciplina decisória. Em seguida, a ampliação promovida pelos casos aplicados e evidências de desempenho permitiu examinar o PREVER sob condições diversas de solicitação, recuperação e alta performance, mostrando que sua

coerência não depende de uma única configuração de obra. Em piso novo de centro logístico, em reabilitação de estrutura degradada e em ambiente industrial de elevada criticidade, o método demonstrou capacidade de manter articuladas variáveis que, quando tratadas de forma fragmentada, tendem a comprometer desempenho, durabilidade e previsibilidade econômica.

Essa ampliação é especialmente relevante porque reforça o caráter metodológico da proposta. O PREVER não se limita à prevenção isolada de patologias nem à ordenação didática de etapas já conhecidas. Sua força está em preservar unidade entre planejamento, resposta estrutural, execução, verificação, eficiência econômica e permanência do desempenho, mesmo quando o contexto técnico muda de forma. É precisamente essa aptidão para reorganizar o processo decisório sob lógica preventiva, integradora e operacionalmente exigente que sustenta sua aplicabilidade concreta e confere consistência à sua formulação autoral.

Este livro não se propõe como encerramento de um debate. Propõe-se como contribuição ao modo de conduzi-lo com maior rigor. O conhecimento técnico sobre pisos industriais de concreto continuará a evoluir em resposta a novos materiais, novas exigências operacionais, novos sistemas de movimentação e novos parâmetros de sustentabilidade. O PREVER deverá ser confrontado com essa evolução, e sua consistência dependerá da capacidade de permanecer logicamente válido mesmo quando seus conteúdos técnicos exigirem atualização e ampliação.

O que esta obra procurou demonstrar é, ao mesmo tempo, mais modesto e mais exigente do que a oferta de respostas definitivas. Procurou demonstrar que a confiabilidade do piso industrial pode ser construída desde que as decisões que a determinam sejam tomadas com coerência, antecipação e rigor técnico verificável. A formulação do Método PREVER, sua discussão ao longo da obra e sua validação em situações aplicadas indicam que, em um campo no qual o conhecimento especializado

já se encontra disponível, o desafio maior não é produzir mais informação, mas construir melhor disciplina de decisão.

É nesse espaço que o Método PREVER se insere. E é nesse espaço, ainda amplamente aberto, que a engenharia dos pisos industriais de concreto tem muito a avançar.

# GLOSSÁRIO

Com o propósito de conferir maior precisão terminológica à leitura e preservar a coerência conceitual da obra, apresenta-se, ao final deste livro, um glossário de termos técnicos relacionados à engenharia de pisos industriais de concreto. Sua inclusão não cumpre função meramente auxiliar. O glossário opera como instrumento de estabilização lexical e metodológica, reunindo expressões centrais ao desenvolvimento do texto e ao entendimento do Método PREVER. Em um campo marcado pela interseção entre desempenho estrutural, execução, patologia e decisão técnica, a explicitação rigorosa dos termos contribui para reduzir ambiguidades, qualificar a interpretação e favorecer a reaplicação consistente dos fundamentos aqui propostos.

## Glossário de termos técnicos

**Apoio estrutural:** Condição pela qual a placa de concreto se mantém apoiada de forma contínua e compatível com o regime de carregamento previsto, garantindo resposta mecânica estável em serviço.

**Base verificável:** Condição metodológica em que decisões e etapas executivas podem ser objetivamente aferidas por inspeção, controle tecnológico ou validação técnica contínua.

**Camada de apoio:** Conjunto de camadas inferiores sobre as quais o piso se apoia, formado, conforme o sistema adotado, por subleito, sub-base e eventuais camadas intermediárias de regularização ou separação.

**Compatibilização:** Articulação criteriosa entre variáveis técnicas interdependentes, de modo que projeto, apoio, materiais, execução e uso não operem em contradição entre si.

**Confiabilidade:** Capacidade de o piso industrial manter desempenho compatível com as exigências estruturais, funcionais e operacionais previstas ao longo do uso.

**Contexto de uso:** Conjunto de condições reais que governam o comportamento do piso em serviço, incluindo tipo de operação, intensidade de cargas, frequência de tráfego, equipamentos e exigências funcionais do ambiente.

**Controle geométrico:** Verificação técnica das condições de forma, planicidade, nivelamento e regularidade superficial do piso executado, em função das exigências operacionais da instalação.

**Curling:** Manifestação patológica de natureza geométrica caracterizada pelo levantamento de bordas ou cantos da placa em decorrência de gradientes de umidade e temperatura ao longo da espessura, com perda localizada de apoio e alteração do regime estrutural previsto.

**Delaminação:** Separação entre camadas superficiais do concreto endurecido, geralmente associada a condições inadequadas de acabamento, exsudação, tempo de intervenção ou aprisionamento de água e ar sob a superfície.

**Desempenho em serviço:** Comportamento efetivo do piso durante o uso, observado em termos de estabilidade estrutural, resposta funcional, regularidade geométrica, resistência ao desgaste e permanência do desempenho ao longo do tempo.

**Disciplina executiva:** Condução rigorosa das etapas críticas de obra, com preservação das premissas técnicas definidas em projeto e controle sobre procedimentos de execução, acabamento, cura e juntas.

**Durabilidade:** Capacidade de o piso manter, ao longo do tempo, condições adequadas de desempenho sob as ações mecânicas, ambientais e operacionais previstas para sua vida útil.

**Eficiência econômica:** Dimensão do método PREVER voltada à leitura do custo sob perspectiva global, considerando execução, manutenção, durabilidade e impactos de falhas, e não apenas o menor dispêndio inicial.

**Empenamento da placa:** Alteração da forma original da placa por deformações diferenciais, frequentemente associada ao curling, com repercussões sobre apoio, bordas, juntas e estabilidade geométrica em serviço.

**Execução controlada:** Dimensão do método PREVER referente à materialização da solução técnica sob procedimentos executivos disciplinados, com controle de base, lançamento, acabamento, cura e juntas.

**Fissuração:** Manifestação patológica caracterizada pela formação de aberturas no concreto, associadas a retração, variações térmicas, restrições à deformação, perda de apoio, recalque diferencial ou inadequações executivas.

**Juntas:** Descontinuidades planejadas no piso destinadas a acomodar movimentações, controlar a fissuração e organizar o comportamento da placa em serviço.

**Laje sobre o solo:** Elemento estrutural em concreto apoiado diretamente sobre o subleito ou sobre camadas intermediárias preparadas, projetado para resistir a cargas distribuídas e concentradas sem sistema convencional de vigas e pilares de sustentação inferior.

**Nivelamento:** Condição geométrica relacionada à variação altimétrica da superfície do piso, relevante para circulação de equipamentos, estabilidade operacional e compatibilidade com exigências funcionais do ambiente.

**Patologia:** Manifestação de perda de desempenho decorrente de desequilíbrios entre suporte, placa, juntas, superfície e processos construtivos, com repercussões sobre durabilidade, funcionalidade e custo operacional.

**Perda de suporte:** Ruptura ou descontinuidade da condição de apoio necessária ao funcionamento global da placa, com efeitos sobre distribuição de tensões, deformações e vulnerabilidade a danos localizados.

**Permanência funcional:** Manutenção, ao longo do tempo, da aptidão do piso para responder adequadamente às exigências operacionais e de uso que justificaram sua execução.

**Piso industrial de concreto:** Elemento estrutural e funcional destinado a suportar cargas, tráfego e solicitações operacionais em ambientes produtivos, logísticos ou industriais, com exigências elevadas de resistência, regularidade e durabilidade.

**Piso moldado in loco:** Piso executado diretamente no local definitivo de uso, com concretagem realizada na própria obra, sobre sistema de apoio previamente preparado.

**Planicidade:** Condição geométrica da superfície do piso relacionada à ausência de irregularidades locais capazes de comprometer a circulação de equipamentos, a estabilidade operacional e o desempenho funcional do ambiente.

**PREVER:** Método proposto nesta obra como estrutura conceitual de apoio à decisão técnica na engenharia de pisos industriais, composto por seis dimensões complementares: Planejamento técnico da obra, Resistência estrutural adequada, Execução controlada, Verificação técnica contínua, Eficiência econômica e Resultados duráveis.

**Prevenção de patologias:** Orientação técnica voltada à antecipação de condições críticas e à contenção de falhas antes que se convertam em dano instalado, por meio de projeto adequado, execução controlada e verificação contínua.

**Racionalidade preventiva:** Modo de condução técnica em que decisões são tomadas com foco na antecipação de riscos, na contenção de incompatibilidades e na preservação do desempenho futuro do sistema.

**Recalque diferencial:** Movimentação desigual do apoio sob a placa, capaz de alterar o regime estrutural previsto, induzir fissuração, agravar danos em bordas e comprometer a funcionalidade do piso.

**Replicabilidade:** Capacidade de uma estrutura metodológica ou lógica de decisão ser reaplicada em contextos distintos, desde que respeitadas as condições específicas de uso, apoio, execução e verificação.

**Resistência estrutural adequada:** Dimensão do método PREVER referente à compatibilização entre solicitação prevista, concreto, espessura da placa, eventuais armaduras ou fibras e capacidade de suporte do sistema de apoio.

**Resultados duráveis:** Dimensão final do método PREVER, correspondente à permanência do desempenho estrutural e funcional do piso ao longo do tempo, com redução de intervenções corretivas e maior estabilidade do ativo construído.

**Retração:** Redução volumétrica do concreto ao longo da hidratação e da secagem, capaz de induzir tensões internas, fissuração e interferências na estabilidade geométrica da placa.

**Sub-base:** Camada intermediária executada entre o subleito e a placa, destinada a melhorar regularidade, suporte, drenagem e estabilidade do sistema de apoio.

**Subleito:** Camada de solo que recebe diretamente as cargas transmitidas pelo piso e sobre a qual se organiza o sistema de apoio da placa. Sua uniformidade e estabilidade condicionam o comportamento do conjunto.













**Transferência de carga:** Capacidade de redistribuir esforços entre placas ou painéis contíguos, especialmente nas juntas, reduzindo concentrações indevidas de tensão e preservando o comportamento estrutural do piso.

**Verificação técnica contínua:** Dimensão do método PREVER voltada ao monitoramento sistemático das condições da obra e do desempenho inicial do piso, com inspeção, controle tecnológico e aferição objetiva de conformidade.




# APÊNDICES

## Apêndice A: Quadro-síntese do Método PREVER

O quadro a seguir sintetiza o Método PREVER, organizando suas dimensões, riscos e resultados esperados. Sua função é oferecer leitura rápida e integrada do método, favorecendo sua aplicação consistente em diferentes contextos de obra, referência rápida, favorecendo a aplicação consistente do método em diferentes contextos de obra.

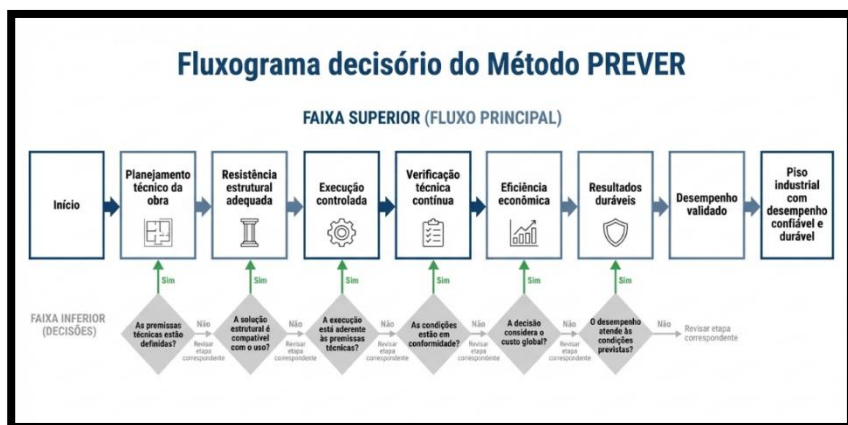
ENGENHARIA CIVIL – MÉTODO TÉCNICO			
Quadro-síntese do Método PREVER			
Dimensões, Perguntas-Chave, Riscos Evitados e Resultados Esperados na Concepção e Execução de Pisos Industriais			
DIMENSÃO DO MÉTODO	PERGUNTA-CHAVE	RISCO EVITADO	RESULTADO ESPERADO
 Planejamento técnico da obra	Quais são as premissas técnicas do projeto?	 Falhas de concepção	 Diretrizes técnicas bem definidas
 Resistência estrutural adequada	O sistema estrutural atende às exigências de uso?	 Subdimensionamento estrutural	 Capacidade estrutural compatível
 Execução controlada	A execução mantém aderência às premissas técnicas?	 Desvios de execução	 Execução tecnicamente consistente
 Verificação técnica contínua	As condições estão sendo tecnicamente verificadas?	 Não conformidades não identificadas	 Conformidade técnica assegurada
 Eficiência econômica	O custo está compatível com o desempenho esperado?	 Decisões baseadas apenas no custo inicial	 Racionalidade de custo assegurada
 Resultados duráveis	Como assegurar a permanência do desempenho do piso?	 Desempenho estrutural insatisfatório ao longo do tempo	 Durabilidade estrutural prolongada

Método PREVER – Engenharia de Pisos Industriais | Quadro-síntese para publicação acadêmica

 Risco Evitado  Resultado Esperado  Dimensão do Método

## Apêndice B: Fluxograma Método Prever

O fluxograma a seguir sintetiza a lógica decisória do Método PREVER, organizando as etapas fundamentais do processo de concepção, execução e verificação dos pisos industriais de concreto. Sua utilização permite estruturar a análise técnica de forma sequencial, identificando pontos de decisão e orientando a continuidade ou a revisão das etapas, conforme as condições observadas em obra.



# Apêndice C: Checklist técnico de obra — Método PREVER

O checklist técnico apresentado a seguir constitui um instrumento de verificação sistemática das condições de execução e desempenho dos pisos industriais de concreto. Sua aplicação em campo permite identificar não conformidades, validar etapas críticas e assegurar aderência às premissas técnicas estabelecidas ao longo do processo construtivo.

ENGENHARIA CIVIL - PISOS INDUSTRIAIS DE CONCRETO

## Checklist Técnico de Obra – Método PREVER

VERIFICAÇÃO EM CAMPO



<b>01 Planejamento técnico da obra</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> As condições de uso do piso foram corretamente definidas</li><li><input type="checkbox"/> As cargas atuantes foram adequadamente consideradas</li><li><input type="checkbox"/> O tipo de operação foi compatibilizado com a solução do piso</li><li><input type="checkbox"/> As premissas técnicas do projeto estão claramente estabelecidas</li></ul>	<b>02 Resistência estrutural adequada</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> A espessura da placa é compatível com o regime de solicitações previsto</li><li><input type="checkbox"/> O concreto especificado atende aos requisitos de desempenho</li><li><input type="checkbox"/> O sistema estrutural está adequado ao regime de cargas</li><li><input type="checkbox"/> O suporte do subleito foi devidamente avaliado</li></ul>	<b>03 Execução controlada</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> O subleito e a sub-base foram devidamente preparados</li><li><input type="checkbox"/> O lançamento do concreto ocorreu em conformidade com os procedimentos técnicos definidos</li><li><input type="checkbox"/> O acabamento foi executado no tempo adequado</li><li><input type="checkbox"/> O processo de cura foi devidamente assegurado</li><li><input type="checkbox"/> As juntas foram corretamente posicionadas e executadas</li></ul>
<b>04 Verificação técnica contínua</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Foram realizados controles tecnológicos do concreto</li><li><input type="checkbox"/> Foram verificadas a planicidade e o nivelamento</li><li><input type="checkbox"/> Foram registradas as condições de execução</li><li><input type="checkbox"/> Foram identificadas e tratadas as não conformidades</li></ul>	<b>05 Eficiência econômica</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> As decisões consideraram o custo ao longo da vida útil</li><li><input type="checkbox"/> Foram evitadas decisões baseadas exclusivamente no custo inicial</li><li><input type="checkbox"/> O equilíbrio entre desempenho e custo foi avaliado</li></ul>	<b>06 Resultados duráveis</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> O piso apresenta desempenho compatível com o uso previsto</li><li><input type="checkbox"/> Não há manifestações patológicas que comprometam o desempenho</li><li><input type="checkbox"/> A integridade estrutural do piso está preservada</li><li><input type="checkbox"/> A durabilidade esperada está sendo atendida</li></ul>

Método PREVER – Checklist técnico de obra | Engenharia de pisos industriais de concreto

6 dimensões do método | 24 critérios técnicos

## Apêndice D — Quadro de erros recorrentes e suas consequências

O quadro a seguir reúne os principais erros recorrentes observados na execução de pisos industriais de concreto, relacionando seus efeitos imediatos, suas consequências em serviço e a dimensão do Método PREVER à qual se vinculam. Sua leitura orienta a identificação preventiva de falhas e contribui para a tomada de decisões técnicas mais consistentes.

<b>Erros recorrentes em pisos industriais de concreto e suas consequências — Método PREVER</b>				
	<b>Erro recorrente</b>	<b>Efeito imediato</b>	<b>Consequência em serviço</b>	<b>Dimensão do PREVER relacionado</b>
	Subleito mal preparado	Perda de uniformidade de apoio	Recalque diferencial e fissuração	Resistência estrutural adequada / Execução controlada
	Espessura de placa inadequada	Redução da capacidade estrutural	Fissuração precoce e falhas estruturais	Resistência estrutural adequada
	Ausência ou falha na cura do concreto	Perda de resistência superficial	Fissuração, desgaste e baixa durabilidade	Execução controlada
	Execução inadequada de juntas	Movimentação descontrolada da placa	Fissuração desordenada e perda de integridade	Execução controlada / Resultados duráveis
	Falta de controle geométrico	Irregularidade de planicidade e nivelamento	Impactos operacionais e desgaste prematuro	Verificação técnica contínua
	Decisão baseada apenas no menor custo inicial	Escolha de solução técnica inadequada	Aumento de manutenção e redução da vida útil	Eficiência econômica
	Ausência de verificação técnica durante a execução	Não identificação de não conformidades	Manifestação tardia de patologias	Verificação técnica contínua
	Incompatibilidade entre uso e solução do piso	Sobrecarga ou solicitação inadequada	Desempenho insatisfatório	Planejamento técnico da obra

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Guide to Concrete Floor and Slab Construction (ACI 302.1R-15)**. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2015.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Guide to Design of Slabs-on-Ground (ACI 360R-10)**. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12655: concreto de cimento Portland, preparo, controle, recebimento e aceitação. Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931: execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras. Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118: projeto de estruturas de concreto. Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM E1155/E1155M-23: Standard Test Method for Determining FF Floor Flatness and FL Floor Levelness Numbers**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2023.

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM E1643-24: Standard Practice for Selection, Design, Installation, and Inspection of Water Vapor Retarders Used in Contact with Earth or Granular Fill Under Concrete Slabs**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2024.

DI PRISCO, Marco; COLOMBO, Matteo; DOERR, Andrea. **Fibre-reinforced concrete in fib Model Code 2010: principles**,

models and test validation. **Structural Concrete**, v. 14, n. 4, p. 342-361, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15686-5:2017. Buildings and constructed assets - Service life planning - Part 5: Life-cycle costing**. Geneva: ISO, 2017.

LOPRENCIPE, Giuseppe; CANTISANI, Giuseppe. Evaluation methods for improving surface geometry of concrete floors: a case study. **Case Studies in Structural Engineering**, v. 4, p. 14-25, 2015.

MAILVAGANAM, Noel P.; SPRINGFIELD, John; REPETTE, Wellington L.; TAYLOR, Don A. Curling of concrete floor slabs on grade: causes and repairs. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 15, n. 1, p. 11-19, 2001.

MYNARČÍK, Petr. Technology and trends of concrete industrial floors. **Procedia Engineering**, v. 65, p. 107-112, 2013.

RINGO, Boyd C.; ANDERSON, Robert B. **Designing Floor Slabs on Grade: Step-by-Step Procedures, Sample Solutions, and Commentary**. 2. ed. Addison, IL: Hanley Wood, 1996.

SPRINGFIELD, John. Curling of interior concrete slabs-on-grade: cause and repair. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, Reston, VA, 2003.

SUPRENANT, Bruce A. Why slabs curl. **Concrete International**, v. 24, n. 3, p. 56-61, mar. 2002.

THE CONCRETE SOCIETY. **Concrete Industrial Ground Floors: A Guide to Design and Construction. Technical Report No. 34**. 3. ed. Crowthorne: The Concrete Society, 2003.

THE CONCRETE SOCIETY. **TR34: Concrete Industrial Ground Floors. A Guide to Design and Construction**. 4. ed. Camberley: The Concrete Society, s.d.

THE CONCRETE SOCIETY. **TR63: Guidance for the Design of Steel-Fibre-Reinforced Concrete.** Camberley: The Concrete Society, 2007.



**NA CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL CONTEMPORÂNEA, OS PISOS DE CONCRETO ASSUMEM UM PAPEL DECISIVO NA SUSTENTAÇÃO DA OPERAÇÃO, SUPORTANDO CARGAS ELEVADAS, TRÁFEGO INTENSO E EXIGÊNCIAS RIGOROSAS DE DESEMPENHO.**

**QUANDO FALHAM, SEUS IMPACTOS ULTRAPASSAM A SUPERFÍCIE, COMPROMETENDO A SEGURANÇA, A PRODUTIVIDADE E OS CUSTOS DO EMPREENDIMENTO. NESTA OBRA, O LEITOR É CONDUZIDO A UMA COMPREENSÃO APROFUNDADA DA ENGENHARIA DE PISOS INDUSTRIAIS, SUPERANDO ABORDAGENS FRAGMENTADAS E PROPONDO UMA VISÃO INTEGRADA QUE ARTICULA DESEMPENHO ESTRUTURAL, PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS E EFICIÊNCIA ECONÔMICA.**

**AO APRESENTAR O MÉTODO PREVER, O LIVRO OFERECE UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA INOVADORA VOLTADA À CONCEPÇÃO, EXECUÇÃO E CONTROLE TÉCNICO DOS PISOS INDUSTRIAIS. MAIS DO QUE REUNIR BOAS PRÁTICAS, A OBRA ORGANIZA O PROCESSO DECISÓRIO DE FORMA PREVENTIVA E VERIFICÁVEL, PERMITINDO TRANSFORMAR COMPLEXIDADE EM COERÊNCIA TÉCNICA.**

**DESTINADO A ENGENHEIROS, PROJETISTAS, GESTORES E PROFISSIONAIS DA CONSTRUÇÃO, ESTE LIVRO É UM CONVITE A REPENSAR A FORMA DE PROJETAR E EXECUTAR PISOS INDUSTRIAIS, SUBSTITUINDO CORREÇÕES TARDIAS POR DECISÕES CONSISTENTES, PLANEJADAS E ORIENTADAS À DURABILIDADE E AO DESEMPENHO AO LONGO DO TEMPO.**

