

**SEGURANÇA DO TRABALHO EM ALTURA PARA REVITALIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES:  
MANUTENÇÃO DE FACHADA COM BASE NO PREVENTION THROUGH DESIGN (PTD)**

**SAFETY WORKING AT HEIGHTS FOR BUILDING REVITALIZATION: FACADE MAINTENANCE  
BASED ON PREVENTION THROUGH DESIGN (PTD)**

**SEGURIDAD DE LOS TRABAJOS EN ALTURA PARA LA REVITALIZACIÓN DE EDIFICIOS:  
MANTENIMIENTO DE FACHADAS BASADO EN LA PREVENCIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO  
(PTD)**

Cláudio Renato Dias<sup>1</sup>, Gerson de Marco<sup>2</sup>, Fabiana Florian<sup>3</sup>

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.4746>

PUBLICADO: 12/2023

**RESUMO**

Um projeto adequado na construção civil deve considerar a realidade de acidentes de trabalho, já que se observa o número elevado de acidentes de trabalho em todo o mundo. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma abordagem de segurança do trabalho em altura para revitalização de edificações por meio de manutenção de fachada, com base no *Prevention Through Design (PTD)* Prevenção por meio do Projeto. Foi realizada pesquisa bibliográfica, descritiva e qualitativa com base nos conceitos de segurança de trabalho e PTD. Observa-se que no PTD há indicadores como: porcentagem de procedimentos de construção seguros, necessidades de segurança e saúde num projeto, além de redesenho dos processos de construção, estudando sobre patologias, necessidades de segurança e saúde no plano de construção, a fim de redesenhar medidas de condições de segurança e saúde. Conclui-se que o PTD, na segurança no trabalho de manutenção de fachadas na fase de projetos, oferece uma oportunidade para perceber os impactos de se projetar e fazer modificações, se necessário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Edifícios. Engenharia. Manutenção. Prevenção. Segurança.

**ABSTRACT**

*An adequate project in civil construction must consider the reality of work accidents, as there is a high number of work accidents throughout the world. The objective of this work was to present a safety approach to working at heights for the revitalization of buildings through facade maintenance, based on Prevention Through Design (PTD). Bibliographic, descriptive and qualitative research was carried out based on the concepts of occupational safety and PTD. It is observed that in the PTD there are indicators, such as percentage of safe construction procedures, safety and health needs in a project, redesign of construction processes, studying pathologies, safety and health needs in the construction plan, redesigning construction conditions measures security and health. It is concluded that PTD in safety in facade maintenance work in the design phase offers an opportunity to understand the impacts of designing and make modifications, if necessary.*

**KEYWORDS:** Buildings. Engineering. Maintenance. Prevention. Security.

**RESUMEN**

*Un diseño adecuado en la construcción civil debe considerar la realidad de los accidentes laborales, ya que se observa el alto número de accidentes laborales en todo el mundo. El objetivo de este trabajo fue presentar un enfoque de seguridad en el trabajo en altura para la revitalización de edificios a través del mantenimiento de fachadas, basado en la Prevención a través del Diseño (PTD). Se realizó una investigación bibliográfica, descriptiva y cualitativa basada en los conceptos de seguridad ocupacional*

<sup>1</sup> Graduando no Curso Bacharelado de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: ticodias.crd@hotmail.com

<sup>2</sup> Orientador(a) Docente do curso Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: gdmarco@uniara.edu.br

<sup>3</sup> Coorientadora. Doutora em Alimentos e Nutrição. Docente do curso Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP. E-mail: fflorian\_@uniara.com

y PTD. Se observa que en el PTD existen indicadores como: porcentaje de procedimientos constructivos seguros, necesidades de seguridad y salud en un proyecto, así como rediseño de procesos constructivos, estudio de patologías, necesidades de seguridad y salud en el plan constructivo, con el fin de rediseñar medidas de condiciones de seguridad y salud. Se concluye que el PTD, en la seguridad de los trabajos de mantenimiento de fachadas en la fase de diseño, ofrece una oportunidad para percibir los impactos del diseño y la realización de modificaciones, en caso de ser necesario.

**PALABRAS CLAVE:** Edificios. Ingeniería. Mantenimiento. Prevención. Seguridad.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é uma das maiores indústrias de geração de emprego formal e informal, com muitos trabalhadores semiquilificados ou não qualificados atuando numa ocupação por meios de subsistência, muitas vezes sem qualquer treinamento e orientação adequada, para um comportamento seguro no trabalho (Nascimento; Salim, 2018).

Nas obras, a movimentação de materiais e estruturas, como formas, andaimes e escoramentos gera riscos e perigos que prejudicam a segurança do trabalho em canteiros de obras. Uma das alternativas para prevenção de acidentes é desenvolver os projetos considerando requisitos de Saúde e Segurança do Trabalho durante o ciclo de vida da edificação pode garantir a segurança do usuário temporário (Pereira Filho, 2011).

Neste sentido, identificamos requisitos de Saúde e Segurança do Trabalho em um projeto de obra para futuras manutenções na fachada das edificações se torna imprescindível porque um projeto adequado na construção civil deve considerar a realidade de acidentes de trabalho, já que a construção civil é o setor da economia que mais gera postos de trabalho, devido ao grande número de atividades envolvidas no processo. Em contrapartida há um elevado número de acidentes de trabalho em todo o mundo, ocorrem anualmente 270 milhões de acidentes de trabalho em todo mundo, sendo que aproximadamente 2,2 milhões desde resultam em mortes. No Brasil, conforme dados da OIT e o Ministério Público (MP), divulgados no presente ano pelo Observatório Digital de Segurança e Saúde no Trabalho (ODSST), no período de 2008 a 2018 foram registrados no Brasil 7.452,594 milhões de acidentes do trabalho, totalizado 28.448 óbitos (Nascimento; Salim, 2018).

O desenvolvimento dos projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico) é realizado por diversas equipes simultaneamente. A não compatibilização de projetos feitos por estes grupos distintos provocam interferências na execução em campo, fato que depende recursos humanos, materiais e equipamentos, devido à necessidade de se fazer modificações em estruturas e componentes já prontos.

Sendo assim, é de extrema importância um desenvolvimento adequado dos projetos, pois deles é que são tomadas todas as outras coordenadas na execução da obra, estando ligado diretamente com custos e prazo nas execuções das tarefas. A inteligência de *software* para aplicar regras baseadas em física e melhores práticas fornece um complemento para engenheiros e outros membros da equipe do projeto.

O *Prevention through Design (PtD)* (Prevenção por meio do Projeto), tem como propósito alertar os projetistas para a sua influência na prevenção de acidentes na construção. É fundamental pensar a

segurança do trabalho no processo de projeto, pois é neste momento que todos os processos podem ser planejados com mais detalhes, levando-se em conta a saúde e segurança de todos os colaboradores envolvidos durante a execução das etapas e manutenção da edificação (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

Neste artigo, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma abordagem de segurança do trabalho em altura para revitalização de edificações por meio de manutenção de fachada, com base no PTD.

## **2 PREVENÇÃO POR MEIO DO PROJETO (*PREVENTION THROUGH DESIGN PTD*)**

Considerando o elevado número de acidentes na construção civil, o PTD é importante para medir os níveis de segurança e saúde na construção por meio de indicadores.

Esses indicadores podem ser classificados com base nas seguintes categorias:

- a) Acidentes registrados;
- b) Avaliação de riscos;
- c) Carga de trabalho;
- d) Treinamento em saúde e segurança;
- e) Percepção de segurança e saúde;
- f) Gestão de saúde e segurança;

No entanto, apesar da importância dos indicadores como ferramenta preventiva, não foram encontrados estudos sobre os indicadores mais adequados para medir o grau de implementação do conceito de Prevenção através do Design nas obras de engenharia civil (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

Com base neste conceito relativamente novo, a alta porcentagem de acidentes ocorridos na indústria da construção poderia ter sido evitada ou teria sido menos grave se mais atenção tivesse sido dada à segurança quando o projeto estava sendo projetado e elaborado.

Gangoellis *et al.* (2010) constataram que os *designers* em geral não cumprem a obrigação de considerar as condições de trabalho em seus projetos. Este fato, combinado com a crença errônea de que os designers não têm influência sobre a saúde e a segurança em projetos de construção, significa isso no trabalho de *design*.

A prevenção através do *Design* como ferramenta preventiva não é levada em consideração. Apesar da importância da Prevenção através do *Design*, quase não existem estudos que estabeleçam medidas, escalas ou indicadores para quantificar o grau de implementação da Prevenção através do Design em projetos de construção (Campbell, 2016).

O conceito de Prevenção através do Projeto (PTD) foi definido pelo Instituto Nacional de Segurança e Saúde (NIOSH) como: Identificação das necessidades de saúde e segurança ocupacional na fase de projeto e processos de redesenho para prevenir ou minimizar perigos e riscos relacionados à construção, fabricação, uso e manutenção de instalações, materiais e equipamentos (Nascimento; Salim, 2018).

Prevenção por meio do projeto, também chamada de segurança por projeto, é o conceito de aplicação de métodos para minimizar os riscos ocupacionais no início do processo de projeto, com

ênfase na otimização da saúde e segurança do funcionário ao longo do ciclo de vida de materiais e processos.

Uma das melhores maneiras de prevenir e controlar lesões, doenças e fatalidades ocupacionais é “planejar” ou minimizar os perigos e riscos. O objetivo da PTD é promover este conceito e destacar sua importância em todas as decisões de negócios (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

PTD engloba todos os esforços para antecipar e projetar riscos para os trabalhadores nas instalações, métodos e operações de trabalho, processos, equipamentos, ferramentas, produtos, novas tecnologias e a organização do trabalho. O foco do PTD está nos trabalhadores que executam os projetos ou têm que trabalhar com os produtos do projeto. A iniciativa foi desenvolvida para apoiar a concepção de perigos, o tipo mais confiável e eficaz de prevenção (Corrêa; Naveiro, 2016).

O objetivo do PTD é prevenir ou reduzir lesões, doenças e fatalidades ocupacionais por meio da inclusão de considerações de prevenção em todos os projetos que afetam os trabalhadores.

Existem uma série de indicadores para medir o grau de prevenção nas obras: registro de número de acidentes, avaliação de risco, carga de trabalho, treinamento em prevenção, percepção de saúde e segurança pelos trabalhadores, gerenciamento da segurança e saúde. Porém, estes indicadores não são eficazes na prevenção de acidentes, pois ou são dados baseados nos acidentes já ocorridos ou na opinião do trabalhador (Corrêa; Naveiro, 2016).

No PTD os indicadores a serem incluídos são: porcentagem de procedimentos de construção seguros, necessidades de segurança e saúde num projeto, redesenho dos processos de construção, necessidades de segurança e saúde no plano de construção, redesenhar medidas de condições de segurança e saúde.

Os indicadores tradicionais, juntamente com os novos indicadores criados para quantificar a inclusão da Prevenção através do Desenho nas obras, serão muito úteis para as empresas do sector das obras de construção civil que pretendem melhorar as condições de segurança e saúde no trabalho, tendo vantagem das informações fornecidas pelo uso adequado dos indicadores (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

### **3 MEDIDAS DE CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E SAÚDE: COMPORTAMENTO SEGURO**

Os indicadores principais baseados no comportamento seguro são indicadores que medem o comportamento ou as ações de indivíduos ou grupos no local de trabalho; Interações pessoa-a-pessoa relacionadas a supervisão e gestão e são úteis no nível específico do local de trabalho através do gerenciamento da segurança. Uma maneira de melhorar a eficácia do processo de segurança é mudar a forma como ela é medida. A medição é uma parte importante de qualquer processo de gestão e constitui a base para a melhoria contínua. Medir o desempenho de segurança não é diferente e, efetivamente, isso irá alavancar o sucesso dos esforços de melhoria (Bley, 2014).

Encontrar uma medida perfeita de segurança é uma tarefa difícil. O que se quer é medir os resultados de segurança do sistema, bem como o que nível de qualidade a instalação está operando na prevenção de acidentes e incidentes. Para fazer isso, se usa indicadores de desempenho de segurança (Simonelli *et al.*, 2016).

Um indicador principal de comportamento seguro é uma medida que precede ou indica um evento futuro usado para conduzir e medir atividades realizadas para prevenir e controlar lesões. Exemplos incluem: treinamento em segurança; oportunidades ergonômicas identificadas e corrigidas; redução de fatores de risco de ler/dort; pesquisas de percepção dos empregados e auditorias de segurança (Simonelli *et al.*, 2016).

Empresas estão mudando seu foco para usar indicadores de comportamento seguro para impulsionar a melhoria contínua. Os indicadores de acidentes medem a falha; indicadores de comportamento seguro medem o desempenho (Madalozzo; Zanelli, 2016).

Para Almeida e Jackson Filho (2007), os indicadores de comportamento seguro devem: permitir que se identifique pequenas melhorias no desempenho; medir o comportamento positivo: o que as pessoas estão fazendo versus o que não fazem; dar feedback frequente para todas as partes interessadas; ser tangíveis aos empregados; ser preditivos; aumentar a resolução construtiva de problemas em torno da segurança e deixar claro o que precisa ser feito para melhorar.

Conforme Clot (2010), os elementos críticos do gerenciamento do comportamento seguro incluem: declaração de cultura de segurança em toda a empresa; processo global, ferramentas e métricas; liderança de cima para baixo e compromisso com o processo; funções e responsabilidades claramente definidas e vinculadas; transparência; métodos consistentes estabelecendo metas e relatório de desempenho; critérios consistentes para priorizar problemas e alinhar recursos e reconhecimento do comportamento positivo e desempenho seguro.

No estudo de clima de segurança, são indicadores relevantes: atitudes da gerência para a segurança; influência do comportamento seguro para promoção no trabalho; influência do comportamento seguro sobre o status social; status dos profissionais de segurança na organização; importância e efetividade dos treinamentos de segurança; nível de risco no ambiente de trabalho; efetividade do esforço vs. a promoção da segurança (Gonçalves Filho; Andrade; Marinho, 2009).

Um conjunto de indicadores ajuda os gerentes e funcionários da empresa a se concentrarem nos fatores de risco importantes e ajuda gestão de segurança a determinar o quão bem a empresa está gerenciando seus controles de risco e se está melhorando. Os indicadores de desempenho devem ser feitos sob medida quando usados por uma empresa, devendo ser aplicável, transmissível e inequívoco quando usado pela gestão (Clot, 2010).

Os indicadores podem se desenvolver ao longo do tempo, com base na experiência e que fornecem a informação mais eficaz e eficiente sobre o desempenho da segurança de uma empresa em relação ao potencial de acidentes graves. Recomenda-se desenvolver indicadores com base em critérios. Por exemplo, um indicador deve ter uma ligação causal com o risco. Além disso, uma ação concreta sobre o indicador pode ser anexada, como Intervenção de melhoria e o conjunto de indicadores também deve ser suficiente em número e frequência para identificar tendências (Gonçalves Filho; Andrade; Marinho, 2009).

Alguns indicadores de comportamento seguro segundo Clot (2010) são:

- a) Número de incidentes com uma causa raiz em procedimentos;
- b) Porcentagem de procedimentos verificados e atualizados em relação ao planejamento;

- c) Número de vezes que os procedimentos não são seguidos e as causas.

A ideia de que incidentes menores preveem incidentes maiores é aceita e como modelo subjacente aos indicadores de desempenho. A questão da frequência numérica é bastante importante devido a causas relativas que afetam o que se concentra no nível precursor. É necessário um número suficiente de indicadores de desempenho ao longo do tempo (tendências), normalmente anual, mas também um instantâneo atual. Os resultados devem ser acionáveis. Na melhor das hipóteses, deve ser fácil determinar ações necessárias em relação ao indicador do comportamento e desempenho (Simonelli *et al.*, 2016).

Conforme Simonelli *et al.* (2016), quanto a aspectos relevantes na gestão da segurança por indicadores de comportamento seguro: link (geralmente causal) para os riscos de risco maior (processo), com Cobertura e prioridades adequadas no sistema de gestão (de segurança); em número e frequência para poder identificar tendências (Trimestral, anualmente, trienal); em direção a operações seguras para permitir recuperação apropriada em tempo; feitos sob medida para a empresa.

Para Clot (2010), quanto a aspectos relevantes na gestão da segurança por indicadores de comportamento seguro: indicadores mensuráveis quantitativos associados a objetivos definidos; indicadores precursores (antes de perdas / danos) de alcance e sensibilidade para dar "aviso" suficiente de desvios de padrões de segurança em projeto e operação; indicadores precursores sobre as entradas do sistema de gestão para risco maior, que controlam processos e indicadores sobre os resultados relacionados desses processos.

Segundo Bley (2014), quanto a aspectos relevantes na gestão da segurança por indicadores de comportamento seguro: avaliação das entradas de gestão, saídas e incidentes para relações, interações, causas e potencial de risco maior; especificação das tolerâncias dos indicadores com justificativa em limites seguros de operação e associada a níveis de ação; especificação de metas de indicadores, especialmente em relação aos objetivos da política de prevenção de acidentes principais; uma seleção de indicadores para relatórios à alta administração; Indicadores que são acionáveis, na medida em que existe uma conexão entre o indicador e as ações que devem afetá-lo; uma cultura de relatório envolvendo toda a força de trabalho que tem responsabilidades no controle de perigos maiores.

#### **4 MANUTENÇÃO DE FACHADAS DE EDIFÍCIOS**

Os edifícios devem ser considerados investimentos e, como tal, gerenciados em termos técnicos, econômicos e sociais durante a sua vida útil. Nas últimas décadas, não só se agravou o nível de conservação dos edifícios mais antigos, colocando em risco a segurança das pessoas e bens, como também os edifícios mais recentes sofrem um envelhecimento precoce. A subestimação dos aspectos relacionados com a manutenção, através da existência de políticas inadequadas de arrendamento / reabilitação e de uma legislação generalista muitas vezes não cumprida, tem contribuído para esta tendência (Pacheco; Vieira, 2017).

"As principais incidências patológicas percebidas em fachadas com revestimento cerâmico são, entre outras, deslocamento do revestimento, fissuras e trincas, eflorescência, manchamento, deterioração do revestimento e corrosão" (Pacheco; Vieira, 2017).

Na foto abaixo observamos trabalhadores fazendo manutenção em fachada, com o uso de cadeirinha suspensa sem a utilização de andaime.



Figura 1 - Manutenção de Fachada em grande altura sem andaime.  
Fonte: (AUTOR, 2023)

As fachadas contribuem fortemente para a qualidade da envolvente urbana, visto que são a parte visível dos edifícios e em íntima ligação com o meio ambiente. Uma fachada degradada não é apenas a fonte de problemas de não funcionalidade dentro da residência devido principalmente a infiltrações de água, mas também leva a fenômenos sociais relacionados à população automarginalizada. Por estes motivos, torna-se evidente a importância que a manutenção deve assumir e a consciência da fração reduzida dos custos de construção despendidos (Moscoso, 2013).

Medidas de manutenção são as ações técnicas e econômicas que buscam elevar o nível de qualidade de um elemento construtivo e / ou restaurar o nível de desempenho inicial, de acordo com uma determinada exigência. Estas ações são executadas de forma a antecipar a falha dos elementos ou para corrigir localmente os defeitos existentes, sendo referidas como manutenção proativa e reativa respectivamente (Leite *et al.*, 2020).

A Avaliação de Condição de Edifício (ACE) é definido de diferentes maneiras na literatura. A ACE é uma ferramenta de gestão estratégica para apoiar a previsão de manutenção de edifícios a longo prazo. Consiste em traduzir os dados da inspeção em um ou mais indicadores que relatam o estado da edificação e permitem uma melhor tomada de decisão quanto ao gerenciamento da manutenção. Valoriza-se o potencial de BCA para identificar qualquer discrepância entre o desempenho atual e esperado de um edifício, para planejar atividades de manutenção, e também cumprir com os regulamentos (legislação) (Leite *et al.*, 2020).

A manutenção reativa está associada à correção de anomalias inesperadas e quase sempre tem caráter urgente, gerando custos extras inevitáveis. Nesse sentido, é importante padronizar

procedimentos técnicos que permitam a minimização dos inconvenientes desse tipo de manutenção. A confiabilidade de qualquer estratégia de manutenção depende da implementação de uma manutenção proativa que atue antes que ocorram problemas, minimizando assim os custos ao longo da vida útil dos edifícios (Dejaco; Cecconi; Maltese, 2017).

Na figura 2 é possível observar a inspeção em um cinto de segurança usado para trabalho suspenso.



Figura 2 - Cinto para trabalhar suspenso:  
Fonte: (AUTOR, 2023)

A manutenção proativa é de três tipos: preventiva, preditiva e de melhoria. A manutenção preventiva visa o planejamento das ações de manutenção, reduz obras não planejadas e permite a estimativa de custos globais. A manutenção preditiva (ou condicionada) realiza o planejamento das inspeções, apresenta maior capacidade de redução de anomalias inesperadas e é, na prática, melhor de implementar do que a anterior. A manutenção de melhorias está focada na substituição de elementos existentes por outros com melhores características para determinadas condições de serviço. Todos esses tipos de manutenção apresentam desvantagens como a necessidade de dados de suporte válidos na fase de projeto (preventivos), um método de diagnóstico válido (preditivo) e conhecimento do comportamento de novos materiais (melhoria) (Pacheco; Vieira, 2017).

Para que a manutenção proativa seja viável, todos os dados devem ser sistematizados por meio de um suporte técnico para inspeção e gerenciamento de manutenção de fachadas traseiras,

composto por diversos módulos associados a diferentes estratégias. O carácter modular permite adicionar futuramente módulos suplementares que definem o comportamento de serviço de cada elemento, contribuindo para a caracterização do comportamento global do próprio edifício (Moscoso, 2013).

Este suporte técnico tem como objetivos: construir dados de suporte com informação válida e consistente sobre o comportamento dos elementos e características técnico-econômicas das várias operações de manutenção; registrar todas as anomalias e operações realizadas, compondo a história do edifício; sistematizar os procedimentos de acordo com a estratégia e formato da manutenção e tratar e atualizar os dados básicos, melhorando assim continuamente e de forma sustentável as estratégias de manutenção (Leite *et al.*, 2020).

Na definição dos objetivos para cada elemento de construção, o papel do proprietário do edifício é importante levar em consideração o contexto econômico e social, em uma perspectiva de custo global (soluções de projeto com menor custo inicial podem corresponder a maiores custos de manutenção e, portanto, a maiores custo global). Estas soluções devem cumprir os requisitos dos revestimentos de fachadas, tais como proteção do fundo da parede da ação dos elementos agressivos, estanqueidade da parede, verticalidade e regularidade da parede, estética e capacidade de limpeza, associadas a determinados níveis de desempenho / qualidade (Dejaco; Cecconi; Maltese, 2017).

Cada estratégia de manutenção pode incluir várias operações, como limpeza, inspeções e reparos / substituições locais. As operações de limpeza, quase sempre subestimadas e frequentemente negligenciadas, são mais relevantes na prevenção de outras anomalias, nomeadamente na evolução de manchas e acumulação de outros depósitos na superfície do revestimento. As operações de inspeção devem ter metodologia própria e ser sustentadas por técnicas de diagnóstico adequadas sobre o estado de cada revestimento (estado de acabamento, limpeza, aderência de fundo, fissuras etc.) (Leite *et al.*, 2020).

As operações de reparação / substituição local visam resolver determinadas anomalias que se manifestam em áreas localizadas de forma a evitar a sua propagação para o restante revestimento da fachada. Essas operações devem ser realizadas após a análise e correção das causas das anomalias, adotando-se técnicas adequadas a cada tipo de forma a evitar o aparecimento de fenômenos de “repatologia” (Moscoso, 2013).

## **5 PATOLOGIAS DO CONCRETO ARMADO**

As principais causas de patologias em concreto armado podem ser facilmente vistas e entendidas por pessoas leigas no assunto como; fissuras ou trincas, deformação estrutural da peça, corrosão da armadura exposta, lixiviação de compostos hidratados, falta de qualidade no cobrimento da peça ou irregularidade geométrica, e manchas na estrutura da peça (NEVILLE, 2016).

Segundo Amaral (2011, p. 32):

No Brasil, as principais causas das patologias estão relacionadas à execução. A segunda maior causa são os projetos que pecam por má avaliação de cargas; erros no modelo estrutural; erros na definição da rigidez dos elementos estruturais; falta de drenagem; ausência de impermeabilização; e deficiências no detalhamento das armaduras.

Para garantir a durabilidade já na fase de projeto, considerando as condições ambientais em que estará a estrutura e as ações do ambiente sobre ela; avaliar os efeitos dos ambientes; escolher os materiais e projetar a estrutura de maneira que a degradação dos materiais ao longo da vida útil requerida não comprometa a funcionalidade das mesmas e formular normas tanto sobre os materiais como sobre as modalidades de execução (Bertoline, 2010).

Por causa dos efeitos do ambiente, um elemento de construção sofre ao longo do tempo uma decadência progressiva do seu desempenho, (desempenho esse pelo qual a estrutura foi projetada para durar ao longo dos anos), e a medida que os materiais vão se alterando, degradando com o passar do tempo, e sem manutenção periódica adequada vão diminuindo sua vida útil e durabilidade (Botelho; Marchetti, 2015).

“Pode-se, portanto, definir a vida útil de uma estrutura como o período durante o qual a estrutura é capaz de garantir não apenas sua estabilidade, mas todas as funções para quais foi projetada” (Bertoline, 2010, p. 21).

O não cobrimento ideal da armadura poderá trazer graves riscos a estrutura de concreto armado podendo até a colocar em risco a toda a edificação e até a vida das pessoas, e quando não estão bem protegidas pelo concreto as barras de aço ficam sujeitas as agressões do meio ambiente. Carvalho e Chust (2015) afirmam que ela tem de se garantir que ela suporte de forma segura e estável todas as solicitações a que estará submetida durante sua execução e utilização.

Os materiais metálicos em contato com os ambientes estão sujeitos a corrosão nas condições normais de uso e pode influir na segurança estrutural reduzindo a seção resistente dos elementos de suporte ou de junção. “Uma inspeção visual na estrutura de concreto armado permite localizar erros construtivos como espessuras variáveis de cobrimento, armaduras não adequadamente recobertas pelo concreto” (Bertoline, 2010, p. 286).

De acordo com a NBR 6118/2014, item 7.4.1 “atendidas as demais condições estabelecidas nesta seção, a durabilidade das estruturas é altamente dependente das características do concreto e da espessura e qualidade do concreto do cobrimento da armadura”. O cobrimento da armadura deve-se a classe de agressividade ambiental, definido pelo tipo de estrutura, componente ou elemento que está presente no item 7.2 NBR 6118 (ABNT, 2014).

Outro fator importante também é na hora da execução da estrutura, quando o concreto é lançado, se não lançado corretamente pode gerar vazios (ninhas e cavidades) no seu interior, e em volta da peça na superfície (as chamadas bolhas), permite ataques por agentes agressores do ambiente e perdendo sua qualidade estrutural como estética (Souza; Ripper, 2007).

Portanto, o não cobrimento adequado, sugerido pela norma irá afetar diretamente o aço dessa viga de concreto, posteriormente sofrerá ataques pelo ambiente perdendo suas características iniciais pela qual foi projetada gerando patologia naquela estrutura diminuindo sua vida útil precocemente e podendo até entrar em colapso (Bertoline, 2010).

As fissuras são caracterizadas como patologia específicas das estruturas construídas com concreto, sendo que é a ocorrência danosa mais frequente e além do mais, considerando as deformações que se apresentam acentuadas, desperta a atenção de quem não é especialista, seja o proprietário ou aquele que usufrui a obra, considerando que a fissura prevê problemas no futuro, já que não é normal (Souza; Ripper, 2007).

O fenômeno de carbonatação está ligado à queda do pH, logo, o indicador à base de fenolftaleína dá bom resultado em sua determinação. A medida da espessura carbonatada deve ser feita pelo emprego de solução de 1g de fenolftaleína dissolvida em 50g de álcool de 50g de água. O pH teórico de modificação da fenolftaleína é 9,3 (cor violeta), sendo incolor abaixo de 9,3 na temperatura de 25°. A aplicação do indicador deve feita logo após a quebra da camada de concreto com martelo chegando a 2cm atrás da armação (Bertoline, 2010).

Mediante as anomalias verificadas durante a inspeção técnica visual podem ser necessárias prospecções, com o intuito de elucidar pontos dúbios, realizando, por exemplo, a remoção do revestimento de gesso com manchas avermelhadas, revestimentos externos e internos existentes e a elucidação das mesmas através de ensaios mais precisos (Araújo, 2013).

A realização destes ensaios permite em conjunto com os dados coletados através da inspeção técnica visual, analisar as anomalias verificadas assim como a proporção dos danos já provocados à estrutura (ABNT, 2014).

## **6 PREVENÇÃO POR MEIO DE PROJETO**

Durante o projeto de um edifício, em termos preventivos desde a concepção, quanto à manutenção de fachadas, as operações do local de trabalho devem ser monitoradas para garantir a conformidade com os padrões da indústria e regulamentações governamentais. Inspeções, verificações e testes de equipamentos a serem são conduzidos (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

A produtividade é comparada com as metas operacionais (qualidade, rendimento, custos, otimizado, utilização etc.). Incidentes, incluindo lesões, doenças, exposições, emissões e eventos com perdas materiais devem ser registrados, investigados e analisados. Todos os incidentes de segurança são examinados para estabelecer a causa raiz (Campbell, 2016).

Incidentes relacionados ao design fornecem uma oportunidade para eliminar os riscos por meio de um redesenho e PTD. Treinamento em equipamentos de segurança, processos, e as políticas são conduzidas para aumentar a consciência dos funcionários e encorajar um comportamento mais seguro (Gambatese, 2019).

Controles administrativos e equipamentos de proteção individual a serem usados para complementar uma estratégia de minimização de risco de segurança, que inclui o programa apropriado de desenvolvimento, implementação, treinamento de funcionários. A consideração de segurança no trabalho de manutenção de fachadas na fase de projeto oferece uma oportunidade para perceber os impactos de se projetar e fazer modificações, se necessário. Embora o custo do adequamento possa ser significativo em comparação com o início do ciclo de vida das instalações (por exemplo, durante a fase de projeto), o benefício ainda pode ser ótimo, dada a exposição potencial. Um componente do risco de segurança é a exposição ao perigo (Gangoellis *et al.*, 2010).

Quando a exposição ao risco é prolongada na manutenção de fachadas e está presente para muitos trabalhadores, reformando ou revisando o design para eliminar o perigo é a melhor solução. Ao fazer isso, a melhoria contínua no design pode ocorrer (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

Um serviço de manutenção de fachada pode ser um ambiente complicado contendo muitos tipos diferentes de perigos em muitos locais diferentes. Sem um meio eficiente de identificar e mitigar

os perigos já no projeto, o ambiente de trabalho pode ser difícil. O Mapeamento de riscos é um método de avaliação e melhoria do local de trabalho, para garantir a segurança (Campbell, 2016).

O método de Mapeamento de Risco incorpora todo o pessoal do local de trabalho em um processo participativo de localizar e avaliar os riscos de segurança usando um mapa do local de trabalho. Mapas do local de trabalho são usados em reuniões ou colocadas em locais centrais para que os trabalhadores identifiquem no mapa onde existem riscos. Neste contexto, considerar o mapa de riscos para serviço de manutenção de fachadas no projeto possibilitará a redução de riscos futuros no trabalho de manutenção de fachadas (Gambatese, 2019).

O mapa constitui uma ferramenta visual que todo o pessoal pode compreender e utilizar prontamente para tratar da segurança, considerando os perigos de forma eficiente. O pessoal usa o mapa para conduzir discussões de grupo abertas para debater ideias sobre como eliminar perigos. As medidas de melhoria da segurança são esboçadas no mapa e então implementado incorporada no projeto por meio de um plano de ação. O uso do Mapeamento de Risco pode facilitar a implementação do conceito PTD (Biddle, 2013).

A retroalimentação envolve voltar para o projeto antes do *startup*, para reajustar os sistemas e melhorar o desempenho das instalações. Esta operação oferece uma oportunidade valiosa para redesenhar sistemas e componentes para melhorar a segurança. Essencialmente, a segurança do trabalhador de manutenção de fachadas é um dos critérios de projeto para melhorar o desempenho das instalações (Uliana *et al.*, 2014).

Durante retroalimentação, diferentes formas de projetar os sistemas devem ser considerados e incorporados para melhorar a segurança daqueles que irão manter a instalação. Em muitos casos, o trabalho precisa ser feito enquanto a instalação estiver operando, ou em um período muito curto de tempo durante um desligamento ou interrupção. Esses tipos de condições podem criar riscos significativos para os trabalhadores. PTD oferece outra chance de definir os perigos (Lopez-Arquillos; Rubio-Romero, 2015).

Listas de verificação fornecem um meio eficiente e consistente para as equipes de projeto realizarem revisões de designs. Estão disponíveis listas de verificação que se concentram especificamente nas recomendações de PTD para a futura fase de manutenção de fachadas (Campbell, 2016).

A manutenção de fachadas para construções novas e existentes, cada uma tem seus próprios riscos a serem considerados e os regulamentos apropriados com os quais se conformar. A principal diferença é que, para reforma de edifícios existentes, é importante primeiro realizar um levantamento completo do estado da fachada. Uma compreensão da condição existente dos impactos da fachada no projeto / seleção de materiais proposto. O monitoramento da mão de obra durante a construção e a implementação inicial de um regime de manutenção resultará na abordagem dos riscos prontamente como parte de um processo planejado que permite que os custos sejam controlados (Gambatese, 2019).

Vale a pena considerar aqui como uma questão separada a avaliação dos riscos de combustibilidade associados ao revestimento. Embora se esteja acostumado com a aplicação de regulamentações adequadas à fabricação de produtos para garantir que sejam adequados ao

propósito, recentemente foi demonstrado de maneira trágica que isso não pode ser assumido como verdade (Gangoellis *et al.*, 2010).

A mitigação do risco de incêndio é obviamente algo que já está incluído nos Regulamentos do Governo como parte do Documento Aprovado. Os pontos fracos, no entanto, além da especificação do revestimento credenciado e dos componentes que compõem a construção do sistema, é garantir que a orientação seja adotada no início do processo e seguido durante a construção. Isso é particularmente relevante para contratos onde os projetos de licitação podem ser alterados, com reguladores / inspetores aprovados assinando a instalação. Os riscos também podem ser mitigados pelo levantamento / monitoramento da obra de instalação do revestimento (Biddle, 2013).

Os problemas / defeitos comuns em fachadas devido a projeto, acabamento ou degradação insuficientes podem incluir, Paredes de cortina envidraçadas e sistemas de janela - gaxetas e selantes defeituosos, incluindo rachaduras, aberturas e retração, resultando em infiltração de ar e água. Defeitos latentes em paredes de cortina também podem incluir corrosão de fixações devido ao isolamento insuficiente e formação de umidade intersticial. Compreender a especificação do vidro (incluindo o controle solar) e os testes de garantia de qualidade necessários (imersão por calor para vidro reforçado com calor) é fundamental para o desempenho e ciclo de vida (Gambatese, 2019).

Pedra e concreto pré-moldado - juntas defeituosas e a avaliação da integridade dos sistemas de ancoragem é parte integrante da manutenção e do ciclo de vida.

Sistemas de painéis de revestimento - vedações defeituosas, especificação insuficiente de isolamento à prova de fogo, construção insuficiente para permitir ventilação adequada e controle de umidade, acabamentos de painel de alumínio (anodizado ou PPC afetando a vida útil e manutenção) e corrosão devido ao isolamento insuficiente dos suportes (Biddle, 2013).

O planejamento de manutenção considera o ciclo de vida de vários materiais e sistemas de fachada, permitindo a seleção de estratégias adequadas de manutenção e reparo. A inspeção contínua é fundamental para corrigir os defeitos e manter uma fachada, preservando a integridade e a segurança das instalações; um cronograma de manutenção preventiva bem planejado identificará os riscos e custos associados que contribuem para estender a vida útil da envolvente do edifício como um todo (Bertoline, 2010, p. 21).

A manutenção da fachada impacta diretamente o proprietário, inquilino ou ocupante dependendo do tipo de locação e, portanto, um entendimento é um aspecto importante para atender aos requisitos de seguro.

## **7 PREVENÇÃO POR MEIO DE PROJETO**

O trabalho a partir do objetivo proposto foi apresentar uma abordagem que permitiu apontar indicadores que servirão de ferramenta para a medição eficaz da segurança e saúde ocupacional em obras, já no projeto. Tais indicadores incluem porcentagem de procedimentos de construção seguros, necessidades de segurança e saúde num projeto, redesenho dos processos de construção, necessidades de segurança e saúde no plano de construção, redesenhar medidas de condições de segurança e saúde.

A consideração do PTD na segurança no trabalho de manutenção de fachadas na fase de projeto oferece uma oportunidade para perceber os impactos de se projetar e fazer modificações, se necessário.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2014**. Projeto e estruturas de concreto-procedimento. Versão corrigida 07/08/2014. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ALMEIDA, I. M.; JACKSON FILHO, J. M. Acidentes e sua prevenção. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 32, n. 115, p. 7-18, 2007.

AMARAL, J. C. **Tensões originadas pela retração em elementos de concreto com deformação restringida considerando-se o efeito da fluência**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Estruturas) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

ARAÚJO, J. M. **Curso de concreto armado**. Rio de Janeiro: Dunas, 2013.

ASHLEY, P. *et al.* **Ética e responsabilidade social nos negócios**. São Paulo: Saraiva, 2012.

BERTOLINE, L. **Materiais de Construção: Patologia, Reabilitação, Prevenção**. (Apresentação Paulo Helene, “rev. atual”). São Paulo, SP: Editora Oficina de Textos, 2010.

BIDDLE, E. Business Cases: Supporting PTD Solutions. **Professional Safety**, v. 2013, n. 3, p. 56-64, 2013.

BLEY, J. **Comportamento seguro**. São Paulo: Artesã, 2014.

BOTELHO, M. H. C.; MARCHETTI, A. **Concreto armado eu te amo**. São Paulo: Edgard Blucher, 2015.

CAMPBELL, D. A. Building information modeling: the Web3D application for AEC. *In: Proceedings of the twelfth international conference on 3D web technology*. 2016.

CARVALHO, M. J.; CHUST, R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118:2014. São Carlos: EduFSCar, 2015.

CLOT, Y. **Trabalho e poder de agir**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

CORRÊA, R. M.; NAVEIRO, R. M. Sistema de integração de projetos de edifícios: parametrização de informações compartilhadas. Salvador, BA. 2016. V.1 p.688-695 il. *In: 8º ENTAC*, Salvador, 2016. Artigo técnico.

COUTO, H.A. **Ergonomia aplicada ao trabalho**: manual técnico da máquina humana. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2005.

DEJACO, M. C.; CECCONI, F. R.; MALTESE, S. Key performance indicators for building condition assessment. **Journal of building engineering**, v. 9, p. 17-28, 2017.

GAMBATESE, J. **Prevention through design (PtD) in the project delivery process School of Civil and Construction Engineering**. Oregon State University, 2019.

GANGOLELLS, M. *et al.* Mitigating construction safety risks using prevention through design. **Journal of safety research**, v. 41, n. 2, p. 107-122, 2010.

GONCALVES FILHO, A. P.; ANDRADE, J. C. S.; MARINHO, M. M. O. Cultura e gestão da segurança no trabalho: uma proposta de modelo. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 18, n. 1, p. 205-220, 2011.

LEITE, F. M. *et al.* Building condition assessment: adjustments of the Building Performance Indicator (BPI) for university buildings in Brazil. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 215-230, 2020.

LOPEZ-ARQUILLOS, A.; RUBIO-ROMERO, J.C. Proposed Indicators of Prevention Through Design in Construction Projects. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 14, n. 2, p. 58-64, 2015.

MADALOZZO, M. M.; ZANELLI, J. C. **Segurança no trabalho**. São Paulo: Juruá, 2016.

MARTINEZ OROPESA, Ciro. La gestión de la seguridad basada en los comportamientos: ¿un proceso que funciona?. **Med. segur. trab.**, v. 61, n. 241, p. 424-435, 2015.

MOSCOSO, Y. F. M. **Estudo numérico e experimental das tensões atuantes na argamassa colante de fachadas de edificações sob ação da fadiga termomecânica**. 2013. Dissertação (Mestrado) - UnB, Brasília, 2013.

NASCIMENTO, F. C.; SALIM, C. A. Política de prevenção de acidentes na construção civil: uma análise das práticas da inspeção do trabalho. **Rev. Psicol., Organ. Trab.**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 299-305, 2018.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

PACHECO, C. P.; VIEIRA, G. L. Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico. **Cerâmica**, São Paulo, v. 63, n. 368, p. 432-445, 2017.

PEREIRA FILHO, J. I. **Protocolo para Integração de Requisitos de Saúde e Segurança do Trabalho ao Processo de Desenvolvimento de Produto da Construção Civil (PISP)**. 2011. 228 f. Tese (doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, D. G. **Diagnóstico de acidentes de trabalho em altura**: um estudo no setor da construção civil. 2018. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, RS, 2018.

SIMONELLI, A. P. *et al.* Influência da segurança comportamental nas práticas e modelos de prevenção de acidentes do trabalho: revisão sistemática da literatura. **Saude soc.**, v. 25, n. 2, p. 463-478, 2016.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Paulo: Pini, 2007.

ULIANA, A. F. O.; FALCÃO, R. B.; SOARES, R. N.; MAIOLI, G. L. *In: 1º Congr. Bras. Patologia Constr.* Foz do Iguaçu, 2014.