

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL – GESTÃO,
TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE**

JONATHAN ZONTA

REVESTIMENTOS ESPECIAIS EM PISOS INDUSTRIAIS

Porto Alegre

2019

JONATHAN ZONTA

REVESTIMENTOS ESPECIAIS EM PISOS INDUSTRIAIS:

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia Civil, pelo Curso de Especialização em Construção Civil – Gestão, Tecnologia e Sustentabilidade da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador: Prof. Ms. Roberto Christ

Porto Alegre

2019

REVESTIMENTOS ESPECIAIS EM PISOS INDUSTRIAIS

Eng. Civil Jonathan Zonta*

Resumo: Em indústrias alimentícias em geral, observa-se que a partir dos processos industriais, uma série de degradações nos pisos das áreas produtivas começam a aparecer, como desgastes acentuados, quebras, descolamentos de camadas, deterioração de juntas e outros, que são formas de manifestações patológicas. Estas deteriorações são agravadas pelos produtos químicos (especialmente ácidos) utilizados e gerados pelo processo de produção e nas atividades de limpeza, além de meios mecânicos utilizados em operações de movimentação de cargas, que são abrasivos e de impacto. Em grande parte dos setores da indústria, não é possível mudar as condições ambientais devido aos processos de produção, então a alternativa é melhorar os procedimentos para manutenção, propondo a utilização de novos tipos de revestimento de pisos, assim criando mecanismos que possam barrar esses agentes. O trabalho teve por objetivo identificar diferentes tipos de revestimento de pisos em uma indústria de laticínios e comparar a utilização de alguns deles, relacionando periodicidade de manutenção e custos aplicados, além de sugerir indicação de materiais para resistir aos meios agressivos, minimizando-se a degradação dos pisos. Os resultados mostraram que a manutenção dos revestimentos atualmente usados nos pisos de uma indústria de laticínios não é vantajosa se comparado a novas tecnologias, o tempo necessário para aplicação destes revestimentos é mais rápido, liberando a área para uso dentro dos prazos estabelecidos, e o custo deste revestimento é 21,3% menor se comparado a executado atualmente. Além de proporcionar maior durabilidade e ter uma boa capacidade de resistência (química e física).

Palavras-chave: Piso. Revestimento. Indústria. Manutenção. Durabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Em ambientes industriais o surgimento de manifestações patológicas nos pisos é muito frequente, devido à agressividade dos produtos utilizados e dos processos de produção (CARMONA, 2005). O tema escolhido para este trabalho pretende mostrar como a utilização de um revestimento adequado nos pisos de uma indústria de processamento de leite pode contribuir para melhorar o desempenho do mesmo no ambiente em que está inserido, evitando-se a ocorrência da degradação.

As áreas industriais, principalmente do ramo alimentício, sofrem ataques de diversos agentes agressivos, sejam eles de origem física ou química, e são os principais causadores da deterioração dos pisos (DU ROCHER, 2007).

* Engenheiro Civil, graduado pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos no ano de 2015 e desde então atuando como Engenheiro Civil em obras Industriais. E-mail: jhonizonta@gmail.com

SILVA (1995) comenta que os produtos utilizados como proteção superficial, especialmente em ambientes agressivos, devem ser observados sua capacidade de impermeabilidade, a aderência no substrato em que é aplicado e a estabilidade do material em meios ácidos e alcalinos.

O trabalho foi desenvolvido com observações e dados coletados em uma indústria de laticínios. Foi possível identificar as principais causas, definir e executar os reparos necessários, com o objetivo de comparar os custos envolvidos na manutenção do atual piso, com a implantação de uma tecnologia de revestimento especial. Ainda, levando em consideração que a indústria não pode disponibilizar muito tempo para estes serviços, por isso a necessidade de utilizar materiais e métodos especiais

O interesse em desenvolver esse estudo surgiu a partir da necessidade de se investir em uma nova tecnologia de revestimento, principalmente nas áreas produtivas, pois o piso com cerâmica antiácida estava apresentando uma degradação muito elevada, e a indústria estava correndo risco de interdição.

O Ministério da Agricultura faz vistorias constantes em todos os setores da indústria e elabora RNC's (Relatórios de Não Conformidades) onde apontam vários problemas do processo produtivo e da estrutura física da indústria. Nestes relatórios são determinados prazos para as correções, sendo que o não cumprimento pode ocasionar a interdição da unidade.

Em uma análise destes relatórios arquivados, foi possível perceber que os danos nos pisos são muito frequentes e recorrentes em determinados setores da área produtiva, o que nos fez avaliar melhor o tipo de revestimento aplicado e como a manutenção estava sendo feita nestes lugares.

Isso demonstra a necessidade de cuidados especiais dispensados à confecção de novos pisos e à melhoria dos já existentes. Os cronogramas de recuperação são realizados através de prazos estabelecidos em conjunto com o departamento de inspeção do governo federal, sendo que o não cumprimento pode ocasionar a empresa punições, como paralização de determinado setor.

A manutenção deste tipo de piso é um grande complicador, pois são necessárias várias condições para se fazer este tipo de reparo: profissionais qualificados, tempo para execução do serviço e obediência do tempo adequado de cura do novo material aplicado.

A grande maioria das indústrias investem muito em manutenção para deixar os pisos em condições de operação dentro dos padrões aceitáveis, pelo setor de qualidade da própria empresa e pelos órgãos fiscalizadores, deixando os ambientes livres de contaminação, buracos, rachaduras, juntas esborcinadas, entre outros.

Além disso, paralelo aos trabalhos e investimentos realizados na recuperação dos pisos, tem-se, na grande maioria dos casos, a necessidade de interrupção das atividades de produção em alguns setores envolvidos, originando prejuízos.

Assim, os valores dispensados para o reparo são referentes ao trabalho de recuperação/manutenção, pelas interrupções do processo, e ainda aos valores referentes aos gastos provocados pelo uso excessivo de produtos químicos utilizados na higienização das áreas, que na maioria das vezes, em função da má qualidade da superfície dos pisos, são empregados em quantidades maiores.

Não foi realizada uma avaliação mais abrangente dos valores perdidos relacionados aos pisos, pois em geral somente são consideradas as perdas relacionadas à manutenção. Esses valores são relativamente importantes para as empresas, pois tratam-se de perdas financeiras que se originam na escolha inadequada dos revestimentos empregados em suas áreas de produção.

O uso de revestimentos especiais pode reduzir os custos com manutenções, e eliminar grande parte das patologias verificadas, o que facilita os processos de produção. Pode gerar também uma acentuada redução do consumo de produtos para limpeza, que tem como consequência a redução do efluente gerado a ser tratado pela ETE da empresa e uma significativa melhora na aparência estética dos pisos industriais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Principais meios agressivos atuantes sobre pisos industriais

Durabilidade é a capacidade que a estrutura tem para resistir aos esforços, que são previstos e definidos pelos profissionais desde o início da concepção do projeto. Sendo que quando utilizadas, devem manter suas características de segurança, estabilidade e desempenho durante o período correspondente à vida útil. Mas a manutenção da durabilidade de todas as estruturas que compõe um

empreendimento depende da cooperação e esforço de todos os envolvidos no projeto, construção e uso da edificação (NBR 6118, 2014).

De acordo com HELENE (1993), é importante estabelecer as condições do ambiente em que a estrutura está inserida, pois avaliando a agressividade do meio é possível estabelecer a durabilidade do material.

Apresentar uma manifestação patológica já pode comprometer as exigências de desempenho da construção ou de um elemento, como a capacidade de resistência mecânica, do uso e ocupação ou estética, causando deformação excessiva, fissuras, deslocamento. Sendo o comportamento da estrutura sempre avaliado no ambiente em que a mesma está inserida (ANDRADE e SILVA, 2005).

Segundo DU ROCHER (2007) normalmente os pisos não são levados muito em consideração na fase de projeto de um empreendimento, e a falta de atenção nesta etapa acaba prejudicando a qualidade do mesmo durante o uso do prédio, pois normalmente se especifica um concreto com desempenho abaixo do necessário para a sua execução. Logo, o primeiro problema grave é a baixa resistência mecânica do concreto, e isso leva a um excessivo desgaste superficial, fazendo o piso soltar suas partículas.

Conforme Mehta; Monteiro (1994), as deformações nas pavimentações de concreto, que levam primeiro à fissuração, são resultantes à carga externa e ao meio ambiente em que o material está exposto. Quando o concreto recém-endurecido (seja carregado ou sem carga) é exposto à temperatura e à umidade do ambiente, ele geralmente sofre contração térmica e retração por secagem.

A retração, associada às variações térmicas, provoca uma movimentação nas juntas e nas eventuais fissuras que, se não estiverem seladas, permitem a entrada de materiais que podem causar tensões localizadas, levando ao esborcinamento (quebra das bordas) da região. Essa é uma das principais causas da redução da vida útil e aumento nos custos de manutenção dos pisos industriais.

Além disso, as manifestações patológicas em pisos de Indústrias são mais frequentes em função da agressividade dos produtos aplicados, por exemplo, soluções ácidas utilizadas no processo. Estes produtos, quando em contato com o concreto armado, causam a despassivação da armadura e a deixam desprotegida e suscetível ao início do processo de corrosão (CARMONA,2005).

Ainda que o concreto possa ter sido devidamente especificado na etapa de projeto e executado corretamente, é muito importante e necessário conhecer o

ambiente em que o piso estará inserido durante o uso da edificação e sua interação com a estrutura do ponto físico e químico, pois devido a esta influencia a durabilidade da estrutura pode ser reduzida (LIMA, 2005).

A água é um elemento que participa intensamente como um agente das manifestações em quase todos os mecanismos de deterioração dos pisos. Evitar o contato da estrutura com a água, ou qualquer líquido, sempre que possível, é uma forma de evitar o surgimento de falhas (ANDRADE, 2005). Em ambientes industriais evitar este contato é muito difícil, por isso é importante proteger o piso com um revestimento eficiente.

As áreas industriais, principalmente do ramo alimentício, sofrem ataques de diversos agentes agressivos que atuam diretamente sobre os pisos. Desta forma, serão apresentados vários desses agentes, sejam eles de origem física ou química, independente da natureza ou agressividade, os quais são os principais causadores da deterioração dos pisos industriais (DU ROCHER, 2007).

2.1.1 Agentes Químicos

Os pisos de concreto são muito vulneráveis aos agentes agressivos, principalmente os de origem química, presentes em diversos ambientes de uma indústria. Por isso o interesse em encontrar materiais e métodos de recuperação eficientes tem aumentado, para tornar os pisos mais resistentes e aumentar a sua vida útil (CASSAL, 2000).

Em indústrias, os agentes químicos mais agressivos ao concreto, e que são os principais responsáveis pela sua deterioração, são o CO₂, causador do fenômeno da carbonatação, as águas e principalmente os ácidos.

As reações químicas nas estruturas de concreto armado aumentam a porosidade e permeabilidade do material, diminuem a sua resistência mecânica, ocasionando a fissuração e o deslocamento (MEHTA, 1994).

Os ácidos sobre o concreto destroem seu sistema de poros, ocasionando a perda de massa e conseqüente redução da seção das estruturas. Esta perda começa a partir da superfície exposta aos produtos e vai avançando em camadas sucessivas, sendo proporcional à quantidade e concentração do ácido em contato com o concreto, até chegar a armadura, onde a mesma ficará desprotegida, permitindo o processo de corrosão (ANDRADE, 2003).

Dentre as causas químicas da deterioração dos pisos de concreto armado, é possível citar as mais frequentes nas atividades de uma indústria alimentícia.

- Águas salgadas, puras e residuais;

A água salgada dos oceanos, poderia ser classificada como sendo de agressividade muito forte ao concreto, mas considerando a presença de muitos outros sais, que alteram seu equilíbrio químico, a corrosão provocada por essa água, é mais lenta do que a de águas doces com iguais teores de sulfatos, pois existe uma certa ação inibidora do cloreto de sódio. (HELENE, 1988). Por isso águas salgadas, geradas em indústrias, por exemplo, tanques de salga de produtos de origem láctea (queijos), tem uma agressividade muito forte ao concreto, em função do alto teor de cloreto de sódio presente na mistura.

Segundo Helene (1988), águas puras são as que não contém substâncias dissolvidas ou as contém em quantidade praticamente desprezível. Assim, quanto mais pura a água, maior o seu poder ou capacidade dissolvente.

Água pura também pode ser denominada como uma água mole, ou seja, quanto menos dura (menor quantidade de carbonato de cálcio e magnésio ela conter) maior o seu poder dissolvente. Toda água com menos de 150 mg/l de sólidos (resíduos) dissolvidos (não evaporáveis) é considerada agressiva ao concreto. (HELENE, 1988).

Todas as águas residuais de origem industrial, efluentes gerados pelo processo, são potencialmente agressivas ao concreto. Ocorre, em especial, com as águas de indústrias de papel e celulose, indústrias de álcool e açúcar, curtume, frigoríficos, tinturarias, galvanoplastia e laticínios, fortemente agressivas ao concreto. (HELENE, 1988).

A água é utilizada como veículo para aquecimento e resfriamento de produtos, assim como para limpeza e sanificação dos equipamentos utilizados nos processos e das instalações físicas. (PALUMBO et al., 1997).

Segundo DU ROCHER (2007), existem outros fatores importantes, oriundos da composição química da água usada pela indústria nos seus processos, que são a acidez e a alcalinidade. A acidez total é determinada pelos teores de dióxido de carbono, ácidos minerais e orgânicos, e sais de ácidos fortes que liberam íons de hidrogênio para a solução. O gás carbônico dissolvido na água a torna ácida e,

portanto, corrosiva para alguns tipos de equipamentos e instalações, aumentando a degradação da estrutura industrial.

- Ataque por Ácidos;

Vários ácidos são perigosos, pois provocam a formação de produtos solúveis, que deterioram o concreto quando em contato com ele, entre eles podemos citar: clorídrico, sulfídrico, nítrico, carbônico, etc., considerados inorgânicos ou os orgânicos como o ácido láctico, todos muito frequentes em processos industriais. (SOUZA e RIPPER, 1998).

Segundo Helene (1986), “as atmosferas industriais podem acelerar de 60 a 80 vezes mais o processo de corrosão, quando comparadas a situações equivalentes em atmosferas rurais”. Esta ocorrência é devido a grande presença e ação de gases ácidos que reduzem a alcalinidade do concreto e facilitam a penetração de agentes agressivos.

Em várias indústrias, é necessária a utilização de revestimentos de proteção para garantir a durabilidade das estruturas, para evitar que os ácidos entrem em contato com o concreto. Esta proteção eventualmente pode não resistir ou ocorrer falhas na camada de cobertura, assim o concreto terá de resistir às ações agressivas, até uma possível recuperação do revestimento. Isto é muito comum nas áreas de produção das indústrias, gerando uma grande dificuldade, pois os processos produtivos não podem ser imediatamente interrompidos para a realização dos reparos, agravando ainda mais a manifestação patológica (REPETTE e HELENE, 1998). Por isso a importância de se utilizar um revestimento adequando no piso para o tipo de atividade ou processo que o mesmo vai estar submetido.

Ácidos orgânicos, de um modo geral, são menos nocivos que os ácidos inorgânicos. Entretanto, o ácido láctico (presente em indústrias de laticínios), o acético e o fórmico, entre outros encontrados em indústrias de alimentos, apesar de orgânicos, são classificados como severos segundo ACI 201, 2R. (ACI, 1990).

Andrade (2005) sugere algumas medidas preventivas que podem ser adotadas para diminuir a degradação dos pisos por ataque de ácidos, como: adotar uma baixa relação água/cimento na mistura do concreto, ter cuidado no transporte, lançamento e adensamento, cura adequada, e ainda utilizar cimento com adições minerais (pozolanas) é benéfico, já que estas consomem o hidróxido de cálcio, componente da pasta de cimento mais vulnerável ao ataque de ácidos. Além destas

medidas, incluir no projeto um revestimento adequado para proteção do piso de concreto é muito importante, pois evita o contato de todos os agentes químicos com a estrutura do piso.

- Carbonatação;

A carbonatação é a ação do gás carbônico (CO_2), presente na atmosfera, sobre a superfície das estruturas. É manifestado pelo transporte (por difusão) do gás para dentro dos poros úmidos do concreto, a sua reação com o hidróxido de cálcio da pasta de cimento, forma o carbonato de cálcio (CaCO_3). Assim resulta no desaparecimento do hidróxido de cálcio – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – do interior dos poros, e sua transformação em carbonato de cálcio ocasiona a diminuição do pH do concreto (que varia entre 12,5 e 13,5) para valores inferiores a 9, resultando na carbonatação do concreto das estruturas, permitindo a entrada de agentes agressivos até a armadura (SOUZA e RIPPER, 1998).

A concentração de gás carbônico no ar normalmente varia de 0,03 a 0,05% em ambientes rurais, de 0,1 a 1,2% em ambientes industriais e grandes centros urbanos e até 1,8% em atmosferas viciadas (HELENE, 1986). Maior será a velocidade de carbonatação do concreto quando maior for a concentração de CO_2 .

A relação água cimento é uma das variáveis que influenciam diretamente na carbonatação, pois controla todas as propriedades da microestrutura do concreto endurecido. Quanto menor a relação a/c, menor será a quantidade e dimensão dos poros do concreto, dificultando a difusão do gás carbônico pelo material (HELENE, 1993). Um revestimento com características impermeáveis ajuda a evitar o contato do CO_2 com o concreto do piso.

2.1.2 Agentes Físicos

As causas físicas de deterioração dos pisos, são referentes as ações provocadas principalmente pelas condições do ambiente em que está inserido. Segundo Souza e Ripper (1998), são resultantes da variação da temperatura – principalmente as que geram gradientes térmicos na estrutura, do fogo – aquecimento que gera uma dilatação térmica, e da água – em forma de chuva, ciclos de gelo e degelo, e principalmente umidade que é uma grande geradora das manifestações patológicas nas estruturas.

A seguir são descritos alguns processos relacionados às causas físicas de degradação do concreto:

- Abrasão:

A abrasão é um dos principais processos que causa deterioração superficial no concreto, geralmente ocasionando a extração dos grãos dos agregados adicionados ao material. Em ambientes onde há grande movimentação de cargas (ambientes industriais em geral) a resistência a abrasão é uma característica muito importante para se manter a durabilidade da superfície dos pisos (BAUER, 2008).

A degradação do piso por abrasão é ocasionada pelo atrito, entre qualquer material abrasivo com a superfície do piso de concreto ou revestimento, sendo proveniente do tráfego de pessoas ou veículos, e até mesmo pela ação do vento. Em pisos industriais este desgaste se torna considerável, em função da ação das rodas de material sólido (aço ou borracha rígida) dos carros utilizados para transporte de produtos ou equipamentos (ANDRADE, 2005).

No dimensionamento do piso a resistência à abrasão é um parâmetro importante a ser considerado, pois influencia em uma série de fatores de dosagem e detalhes executivos, se passarem despercebidos podem limitar a utilização da estrutura e a vida útil do pavimento. *“O desgaste por abrasão não está associado à perda de desempenho mecânico da estrutura ou do elemento de concreto, mas, sim, à perda de desempenho quanto à funcionalidade.”* (ANDRADE, 2005).

Esta degradação pode ser limitada se forem evitados alguns dos causadores do fenômeno, como: desalinhamento da superfície do piso ou mudança brusca de declividade. Isso se previne tomando alguns cuidados durante a execução, mantendo a estrutura com uma geometria plana (VILASBOAS, 2004).

A resistência ao desgaste do concreto por abrasão está muito relacionada à qualidade da camada de superfície do piso. A resistência da faixa superficial da estrutura deve ser maximizada, por meio do emprego de uma pasta de cimento, de um agregado, ou de um revestimento especial que permitam resistir a estes tipos de solicitações (DU ROCHER, 2007).

- Cristalização de sais nos poros do concreto:

Ocorre devido ao contato das estruturas com soluções supersaturadas de sais, como em tanques industriais ou em estruturas marítimas. A degradação ocorre

quando, após muitos ciclos alternados de molhagem e secagem da estrutura, os sais cristalizam no interior dos poros do concreto (SOUZA e RIPPER, 1998).

Segundo Andrade (2005), os concretos que sofrem a ação da cristalização dos sais no seu interior têm elevada relação água/cimento, ou seja, com grande quantidade de poros, e que estejam em contato com soluções de alta concentração de sal, sem nenhum tipo de revestimento de proteção. Períodos de secagem e umedecimento, que favorecem a cristalização dos sais são os mais críticos para a estrutura.

- Dilatação térmica:

A dilatação térmica no concreto ocorre após ele endurecido, sofrendo alteração de volume quando submetido a uma variação da temperatura ambiente, ou seja, com o aumento da temperatura a estrutura de concreto sofre um processo de expansão e quando a temperatura diminui sofre contração (EMMONS, 1993).

Outro mecanismo que causa alteração de volume é o congelamento da água do concreto, muito frequentemente em países de clima frio e em ambientes onde atuam sistemas de refrigerações e congelamentos, como nos casos dos locais de armazenagem de empresas no ramo alimentar (DU ROCHER, 2007).

Segundo Andrade (2005), a água presente no sistema de poros do concreto, congela em seu interior, aumentando em 9% seu volume. Quando o espaço é insuficiente para acomodar esse volume, a água forçará as paredes dos poros capilares do concreto, induzindo tensões de tração e expansão. Ciclos de congelamento e degelo com o tempo provocarão a deterioração da estrutura, devido às fissuras geradas pelas pressões internas.

2.2 Tipos de revestimentos especiais utilizados em pisos industriais

Nas indústrias em geral são empregados pisos em concreto armado, pois atuam em diversos tipos de situações e em locais com uma agressividade diferenciada. Para garantir a sua durabilidade necessitam de revestimentos auxiliares, dependendo da utilização que será submetido (DU ROCHER, 2007).

Alguns destes revestimentos especiais serão apresentados na sequência. Com a descrição das características e propriedades, para avaliar quais os benefícios que eles podem trazer para aumentar o desempenho do piso. Estes revestimentos

são os mais utilizados em áreas industriais do ramo alimentício, em diferentes áreas do processo para diminuir ou evitar a sua degradação.

2.2.1 Endurecedor de Superfície

Os endurecedores são compostos líquidos e ou sólidos que quando aplicados sobre as superfícies dos pisos de concreto novas, ou mesmo na recuperação de pisos mais antigos, tem por objetivo melhorar as suas características. Aumenta principalmente a resistência ao desgaste por abrasão do material e ainda melhora a resistência química do concreto (DU ROCHER, 2007).

- Endurecedor líquido à base de Silicatos de Sódio;

É um endurecedor líquido para superfícies de concreto, um composto químico à base de silicato de sódio que já vem pronto para o uso, sua aplicação sobre o piso pode ser feita logo após o seu acabamento e pode auxiliar ainda na cura do concreto (DU ROCHER, 2007).

O aumento da resistência à abrasão se dá através da cristalização do silicato com os hidróxidos de cálcio não catalisados na hidratação do concreto, transformando-os em cristais de elevada dureza e alta estabilidade química, gerando assim uma superfície com maior resistência. Esta cristalização densifica a superfície, não permitindo a formação de pó, o que facilita a limpeza e aumenta a resistência a diversos agentes químicos. A resistência pode ser aumentada em até 40%.

A Tabela 1 mostra um ensaio de resistência à compressão entre um material tratado com o endurecedor de superfície e outro não tratado, mostrando um aumento de 16,9 % na resistência a compressão aos 3 dias de idade em relação aos corpos de prova não tratados.

Tabela 1 - Ensaio de Resistência à compressão, segundo ASTM C109 – entre um CP tratado com o endurecedor de superfície e outro não tratado

CP	Condição	Resistência (MPa)
1	Não tratado	35,5
2	Tratado com endurecedor	41,5

Fonte: DU ROCHER (2007, p. 105).

A Tabela 2 mostra o resultado de um ensaio de resistência à abrasão entre pisos de concreto tratados com o endurecedor de superfície e outro não tratado. Foi observado um aumento de 22,2% na resistência à abrasão em relação aos corpos de prova não tratados, com uma perda de massa maior no CP não tratado.

Tabela 2: Ensaio de Resistência à abrasão – Equipamento Taber CS-17- entre um CP tratado com o endurecedor de superfície e outro não tratado

CP	Condição	Perda(g)
1	Não tratado	8,1
2	Tratado com endurecedor	6,3

Fonte: DU ROCHER (2007, p. 105).

- Endurecedor sólido à base de agregados minerais;

Segundo Du Rocher (2007), é um composto granulométrico à base de cimento e agregados selecionados de origem mineral, para aplicações em sistema de aspersão sobre o concreto recém-lançado, esse composto se incorpora na superfície fresca do concreto, proporcionando um piso industrial com elevada resistência à abrasão e impacto e de grande durabilidade.

A utilização das áreas após a aplicação depende do tipo de concreto utilizado, do tipo de uso da área, preferencialmente, após 28 dias (DU ROCHER, 2007).

- Endurecedor sólido à base de agregados metálicos de ferro;

É um endurecedor que aplicado sobre a superfície do concreto lhe proporciona maior proteção contra a abrasão e impactos. Pode ser aplicado sobre o concreto endurecido novo ou já existente, conferindo ao pavimento uma vida útil de serviço maior que os revestimentos comuns de concreto (DU ROCHER, 2007).

Os agregados de ferro, presentes neste endurecedor, possuem dureza 4 na escala de Moh, menor que outros materiais, como o diamante (10); quartzo (7) e o granito (6). *“A dureza interfere na resistência à abrasão, trazendo consigo o conceito de ductilidade e fragilidade. Materiais de baixa dureza são dúcteis, e os de elevada, frágeis.”* (SEILER, 2005).

A explicação para estes resultados e conceitos é que os materiais com dureza elevada, quando sofrem impactos, tendem a se estilhaçar, isso forma uma “poeira” de agregados com uma característica de dureza de superior. Segundo Seiler (2005),

os pisos com materiais de baixa dureza e elevada ductilidade se deformam quando submetidos a impactos, absorvendo as tensões e não gerando a poeira. Por isso os agregados metálicos de ferro dão melhores resultados, embora com menor dureza.

2.2.2 Revestimento com Cerâmica Antiácida

A cerâmica antiácida foi a melhor opção, utilizada por muito tempo (ainda muito usada em algumas fábricas), para revestimento de áreas industriais do ramo alimentício, por possuir várias características que atendem aos padrões exigidos pelos órgãos fiscalizadores – alta resistência física e química, baixa absorção de água, alta resistência à abrasão, antiderrapante, baixa porosidade e não é esmaltada. (MONTEIRO, 2004).

O revestimento com cerâmica antiácida é formado pela aplicação de placas cerâmicas com características para suportar os meios agressivos. São fabricadas pelo processo de extrusão a vácuo, queimadas a altas temperaturas e preparadas para serem empregadas em áreas industriais (DU ROCHER, 2007).

As peças cerâmicas normalmente são aplicadas sobre pisos de concreto desempenados, com a utilização de argamassas colantes adequadas. Além disso é muito importante que o rejunte deste tipo de piso também tenha características antiácidas e impermeabilizantes, pois caso contrário, pode permitir a infiltração de líquidos para o substrato e causar o desprendimento das placas (MONTEIRO, 2004).

Segundo Du Rocher (2007), dentre as propriedades e benefícios deste material podemos destacar uma boa resistência química, ao impacto e a abrasão. Por possuir uma cor bege claro é esteticamente agradável aos ambientes.

2.2.3 Revestimento a Base de Resina Uretânica

É um revestimento monolítico (sem juntas) à base de concreto uretânico, possui propriedades flexíveis, suportando algumas deformações, é isento de solventes, além de possuir uma excelente resistência mecânica e química. Tem como características especiais sua resiliência, resistência a tráfego intenso e sua excelente aderência em diversos tipos de substrato.

Uma característica interessante é que permite a liberação ao tráfego em até 12 horas depois da aplicação, o acabamento superficial depende do uso da área,

podendo ser liso ou antiderrapante. É um revestimento adequado para elevadas ações químicas, ciclos térmicos, possui boa resistência à abrasão e impactos moderados (DU ROCHER, 2007).

É dividido e comercializado em 2 tipos de produtos – autonivelante e espatulado –, o que muda é a forma de aplicação, espessura e o acabamento superficial. São compostos por três componentes pré-dosados, prontos para mistura e aplicação. O sistema é formado por agregados pré-selecionados e graduados e interligados por um aglomerante pigmentado à base de resina poliuretano.

O autonivelante é um produto que quando curado, produz uma superfície lisa com espessuras variando de 4 a 5 mm. O espatulado é um revestimento de alto desempenho para pisos industriais. O produto é aplicado em camada única de espessura final de 6 a 7 mm, e produz um acabamento com superfície fosca, ligeiramente texturizada e antiderrapante.

Segundo Du Rocher (2007), as propriedades e benefícios da utilização deste revestimento são a elevada resistência química e a durabilidade, conferindo uma proteção prolongada aos pisos em ambientes industriais. É indicado a aplicação deste produto em todas as áreas de processos de uma indústria de laticínios.

2.2.4 Revestimento a Base de Resina Epóxi

A argamassa de base epóxi utilizada para revestimento monolítico é de alto desempenho para pisos industriais de concreto, é produzido por componentes pré-dosados, prontos para mistura e aplicação em camadas de espessuras variáveis. Foi desenvolvida para aplicação em ambientes que exijam alto desempenho mecânico e químico, além de colorir o ambiente e facilitar a higienização. Depois de curado produz uma superfície lisa e ligeiramente refletiva, por isso é muito fácil de riscos serem perceptíveis em processos produtivos intensos (DU ROCHER, 2007).

Du Rocher (2007) explica que existem dois tipos de acabamento superficial para o revestimento epóxi. O autonivelante, que apresenta elevada fluidez e permite obter revestimentos monolíticos de excelentes qualidades mecânicas, inércia química e alto efeito decorativo, com uma espessura final entre 2 e 4mm.

O revestimento epóxi espatulado apresenta uma granulometria estudada do agregado e o alto conteúdo de resina epóxi pura permitem confeccionar pisos de boas qualidades mecânica e química. Sua espessura final varia entre 2 e 6 mm.

2.3 Reparos em pisos industriais

Os processos de reparo dos pisos, principalmente em ambientes industriais, são técnicas especiais que dependem de projeto de intervenção e da qualidade dos materiais empregados. Cánovas (1991), aponta alguns parâmetros básicos a serem seguidos para garantir a eficiência do processo. Diminuir ao máximo o nível de agressão a estrutura. Controlar a qualidade dos materiais utilizados e das técnicas aplicadas. Comprovar a eficiência do serviço através de inspeções rotineiras.

Os revestimentos utilizados para a manutenção e recuperação dos pisos devem possuir propriedades afins com o material onde será aplicado, tanto nas condições de exposição aos agentes agressivos, quanto em relação ao substrato, devido aos problemas de aderência e compatibilidade entre os diferentes materiais (GAIER, 2005).

Para os produtos utilizados como proteção superficial, especialmente em ambientes agressivos, deve ser observada a capacidade de impermeabilidade, a aderência no substrato em que é aplicado e a estabilidade do material em meios ácidos e alcalinos (SILVA, 1995).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram analisados os pisos de uma indústria alimentícia, do ramo de laticínios, localizada em uma cidade da região serrana do estado do Rio Grande do Sul.

A indústria é uma cooperativa que conta com mais de 4.500 associados e mais de 2.000 colaboradores empenhados na tarefa de fazer funcionar uma cadeia produtiva, que combina controle na produção leiteira e investimentos constantes na modernização dos processos industriais. Na indústria de laticínios, são processados cerca de 750 mil litros de leite por dia e produzidos queijos diversos, leites, bebidas lácteas, requeijões e outros produtos.

Os pisos no interior do prédio são de concreto armado, revestidos com uma cerâmica antiácida nas áreas produtivas e somente o piso de concreto armado polido (sem revestimento) em algumas câmaras frias de estocagem.

A cerâmica antiácida aplicada nos pisos deste prédio tem as dimensões de 11,6 cm de largura, 24 cm de comprimento e 14 mm de espessura, com um

espaçamento entre as peças de 8 mm, para aplicação de rejunte. Ou seja, as pedras são pequenas e é necessário a aplicação de uma grande quantidade de rejunte. E este é o principal ponto de deterioração do revestimento, com a degradação do rejunte abre caminho para a entrada de agentes agressivos sob as peças cerâmicas e aumenta a deterioração de todo o revestimento, conforme é possível observar nas figuras 01, 02 e 03 a seguir.

Figura 01 – Degradação da cerâmica antiácida utilizada como revestimento



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

Figura 02 – Placas cerâmicas se soltando em função da degradação



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

Figura 03 – Aspecto deteriorado do piso com a retirada das placas cerâmicas soltas, em função da penetração dos agentes agressivos



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

As etapas de execução do reparo consistem em: remoção do piso danificado, regularização do substrato, colocação da nova cerâmica com argamassa colante adequada, tempo de cura para a argamassa, aplicação do rejunte com característica de resistência química e tempo de cura adequado antes da utilização.

Uma indústria deste ramo funciona 24 horas por dia, pois o leite é um produto perecível e que precisa ser processado o quanto antes. Os tempos para a execução dos reparos são muito pequenos, em função disso algumas etapas acabam sendo antecipadas e os tempos de cura não respeitados, para liberar o quanto antes a utilização dos setores produtivos.

Além de toda a agressão que o piso sofre em função dos agentes físicos e químicos, os reparos executados nos mesmos não apresentam uma boa qualidade. O que nos fez analisar o tempo de aplicação de outro tipo de revestimento.

Outro ponto que avaliamos é o custo destas manutenções, utilizando o revestimento com cerâmica antiácida. E comparamos o mesmo com o custo de aplicação de um revestimento monolítico de argamassa uretânica, já aplicado em alguns setores da indústria.

O revestimento a base de resina uretânica foi aplicado em algumas áreas do piso do setor de produção de queijos (queijaria), e apresentou-se como uma boa

solução. Pois o tempo de parada para execução dele é muito menor que outros revestimentos e possui a característica de se aderir a vários tipos de substrato. O tipo utilizado foi o “espatulado”, aplicado em camada única com 6 mm de espessura.

O processo deste revestimento é feito da seguinte maneira. A área em que será aplicado o produto é isolada e todos os equipamentos possíveis são retirados. A figura 04 mostra uma área da indústria em que foi feito este processo.

Figura 04 – Área onde foram retirados os equipamentos para aplicação do novo revestimento



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

O piso deve estar limpo para aplicação do produto, sem partículas ou placas soltas e livre de patologias estruturais, como fissuras e recalque. O substrato passou por um processo abertura de poros, utilizando o equipamento tipo “fresa” (figura 05). É necessário criar pontos de reforço de ancoragem para o revestimento através da abertura de sulcos na dimensão de 5 mm próximo aos ralos, juntas e rodapés.

Todo este processo pode ser feito a seco ou com água, para evitar muita poeira no ambiente. Depois de fresado o piso recebe uma limpeza para remoção das partículas soltas, para isso é utilizado um aspirador de pó, e seco, para o processo de secagem foi utilizado maçaricos a gás. A figura 06 mostra o processo de limpeza e secagem do substrato.

Figura 05 – Substrato sendo preparado (fresado), para criar pontos de ancoragem



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

Figura 06 – Processo de secagem do piso, aspiração e utilização de maçarico



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

Nos pontos onde ficaram falhas (buracos), após a retirada das cerâmicas soltas, foi feito um preenchimento com o mesmo produto, conforme a figura 07.

Após o piso seco e as falhas corrigidas, o produto é misturado mecanicamente conforme orientações do fabricante e aplicado manualmente. O adensamento e nivelamento do produto é feito com uma desempenadeira metálica e o acabamento final com um rolo de lã. A aparência final do revestimento é uma camada única com 6 mm de espessura em toda a superfície do piso, conforme figura 08. O tempo de cura do produto, para liberação ao tráfego é de 12 horas da aplicação.

Figura 07 – Preenchimento dos buracos no piso com argamassa uretânica



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

Figura 08 – Aparência final do revestimento com argamassa uretânica



Fonte: Registrada pelo autor (2018).

Para comparação dos dois tipos de revestimentos, avaliamos o custo de cada material e mão de obra utilizada, e também o tempo de aplicação e de liberação para uso das áreas onde foram aplicados os revestimentos.

4 RESULTADOS

Para a execução dos reparos nos ambientes de produção, normalmente dispomos somente dos finais de semana (sábado e domingo), pois é onde a produção diminui e os setores se organizam para liberar as áreas.

Nos pisos que possuem a cerâmica antiácida como revestimento, a liberação para uso do local é feita antes do prazo mínimo necessário, para que os materiais apresentem a resistência mecânica adequada. Isso pode gerar a ocorrência de tricas e descolamento das placas cerâmicas, além do prejuízo estético do revestimento.

Este é um aspecto principal para explicar a baixa durabilidade dos reparos feitos nos revestimentos cerâmicos desta indústria de laticínios. Pois em apenas 48 horas não é possível executar este tipo de serviço com uma qualidade adequada.

Em comparação com o revestimento de camada única, a base de resina uretânica, os prazos para liberação ao tráfego são mais rápidos, o que viabiliza a sua execução durante os finais de semana.

O substrato é preparado no primeiro dia, já com a limpeza e secagem do mesmo. Se necessário a aplicação de alguma regularização, esta também é executada, para ela ter um tempo de secagem adequado até a aplicação da camada final. No segundo dia é executado o revestimento final, que deve ter um tempo de cura de 12 horas até a liberação para o tráfego de pessoas.

Ou seja, comparando os dois tipos de revestimento, em relação a disponibilidade de tempo que a indústria fornece para execução dos reparos, é mais indicado a utilização do revestimento monolítico a base de resina uretânica ao invés da aplicação de placas cerâmicas antiácidas.

Os resultados de durabilidade obtidos com ela são superiores, e o tempo de execução atende aos requisitos estabelecidos pelo fabricante e disponibilizados pela indústria.

Um ponto importante para se avaliar também é o custo de aplicação de cada um dos revestimentos, pois através de uma comparação é possível optar por uma tecnologia diferente, que apresenta um custo benefício melhor.

A cerâmica antiácida e o rejunte especial, utilizado nestes ambientes agressivos, são materiais caros e adquiridos de fornecedores específicos, e necessitam de um cuidado da mão de obra durante a aplicação.

Para levantamento dos custos da aplicação deste revestimento, utilizamos os preços dos materiais, adquiridos pela empresa estudada, durante o ano de 2018. E o preço da mão de obra utilizada para os reparos durante os finais de semana.

Para obter um preço por metro quadrado deste tipo de revestimento obedecemos ao rendimento que o fabricante do material informa, e em levantamentos feitos durante a observação da execução, pela mão de obra utilizada. A Tabela 3 a seguir mostra o resultado do custo por m², da aplicação do revestimento com cerâmica antiácida em um ambiente industrial.

Tabela 3: Custo por m² do revestimento de piso com cerâmica antiácida

Planilha Custo Execução - Revestimento com Cerâmica Antiácida				
Materiais	unidade	valor (R\$)	Rendimento/m ²	Custo/m ²
Placa cerâmica	m ²	R\$60,72	1	R\$60,72
Rejunte especial	balde	R\$46,00	1	R\$46,00
Argamassa colante AC III	sc	R\$20,00	0,33	R\$6,60
Mão de Obra				
Pedreiro	m ²	R\$35,00	1	R\$35,00
			VALOR FINAL / m²	R\$148,32

Fonte: Elaborada pelo autor.

O custo final por metro quadrado, de um reparo no interior da indústria, utilizando a cerâmica antiácida, não fica abaixo de R\$148,32. Isso considerando que a camada de regularização (contrapiso) está em bom estado e não precisa reparo.

Para comparação, foi feito o levantamento do custo da aplicação do revestimento a base de resina uretânica, tipo “espatulado” e com espessura de 6 mm. Os preços utilizados também foram os praticados pela empresa fornecedora do material e equipe especializada de aplicação, durante o ano de 2018.

A argamassa uretânica utilizada no revestimento é um kit com três componentes, um saco com os agregados e dois frascos com as resinas. Para determinação do custo, foi considerado que o rendimento de um kit reveste 1,67 m² de piso com uma espessura de 6 mm.

A equipe especializada de aplicação já fornece o preço por metro quadrado, mais um valor fixo de mobilização, este valor depende da localização da obra e distância até a mesma. Para comparação deste item foi feito uma média dos valores cobrados durante o ano de 2018. A Tabela 4 mostra o custo por m² da aplicação deste revestimento nas unidades da indústria de laticínios estudada.

Tabela 4: Custo por m² do revestimento a base de resina uretânica

Planilha Custo Execução - Revestimento com Argamassa Uretânica				
Materiais	unidade	valor (R\$)	Rendimento/m ²	Custo/m ²
Piso - Componentes A+B+C	kit	R\$123,20	0,60	R\$73,92
Mão de Obra				
Equipe aplicação piso	m ²	R\$31,80	1	R\$31,80
Mobilização Equipe	unidade	R\$11,00	1	R\$11,00
			VALOR FINAL / m²	R\$116,72

Fonte: Elaborada pelo autor.

O custo final de um novo revestimento monocamada, por metro quadrado, aplicado dentro de um ambiente industrial não fica abaixo de R\$116,72. Isso considerando que a aplicação é sobre a cerâmica antiácida, onde a preparação do substrato é mais complicada.

Como é possível observar, nos resultados dos quadros 03 e 04, a aplicação do revestimento a base de resina uretânica, se comparado aos reparos feitos com cerâmica antiácida, apresentam uma economia no valor do m² aplicado de R\$ 31,60, aproximadamente 21,3 %.

Se levarmos em consideração que o preço do revestimento de camada única normalmente é aplicado em áreas maiores, para um reparo pontual, como é feito com a cerâmica, o custo da mão de obra seria maior e diminuiria esta diferença.

Mas para continuar com a comparação, levamos em conta somente o preço do material utilizado em cada tipo de revestimento, com base nos quadros 03 e 04. Para cada metro quadrado executado do revestimento com cerâmica antiácida, temos um custo com material de R\$ 113,32 (placa, rejunte e argamassa colante). Considerando o fornecedor que atende a indústria de laticínios do estudo.

Para o revestimento de argamassa a base de resina uretânica, temos um custo com o kit, para aplicação em 1 m², de R\$ 73,92. Assim, se considerarmos somente o material para o revestimento, o piso com camada única tem um custo 34,77 % menor que a cerâmica antiácida.

Com base nas informações de tempo de execução e resultados dos custos dos materiais e aplicação dos dois tipos de revestimento. Podemos admitir que o piso a base de resina uretânica terá maior vida útil, com menor número de intervenções para reformas, diminuindo a quantidade de paradas da indústria para se efetuar pequenos reparos.

O uso desses materiais reduz os custos aplicados com manutenções periódicas, além de eliminar grande parte das manifestações patológicas encontradas nos pisos. Além de facilitar os processos de produção e atividades internas de movimentação de produtos. Podemos complementar como resultados também, uma acentuada redução dos problemas de contaminação microbológica, motivo que pode levar a interdição de uma indústria, e uma significativa melhora na aparência estética dos pisos.

Além dos gastos com as manutenções periódicas e perdas pela paralisação dos processos industriais. Podemos destacar também a redução dos gastos com os processos de higienização, pois estão ligados diretamente ao estado de conservação dos pisos. Não foi realizada uma avaliação mais abrangente, mas com a aplicação de um revestimento de camada única, o tempo dispendido pelos colaboradores da empresa nas etapas de limpeza dos ambientes, e em consequência no consumo de produtos químicos, diminuiu consideravelmente. Além disso, observa-se uma diminuição no volume de efluentes industriais enviados a estação de tratamento da empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho visa ajudar as empresas e profissionais da área de aplicação de pisos industriais, como a utilização de uma tecnologia diferente na manutenção pode trazer melhores resultados, principalmente de durabilidade e conservação da estrutura, diminuindo uma enorme gama de manifestações patológicas que atrapalham os processos internos destas indústrias. Atendendo ainda as necessidades de desempenho que as empresas buscam, como rapidez na execução e um custo benefício interessante, frente aos atuais revestimentos utilizados.

Para o revestimento de pisos em ambientes de indústrias alimentícias, principalmente uma de processamento de leite (laticínios), é necessário levar em consideração também as solicitações que estes pisos estão submetidos, senão de nada adianta utilizarmos os melhores materiais e técnicas disponíveis no mercado. É preciso conhecer os agentes agressivos atuante sobre as superfícies, para se especificar o revestimento mais adequado. Para assim garantir a realização de um piso com qualidade e durabilidade assegurada por mais tempo.

Outros benefícios podem ser mais aprofundados, a partir da utilização destes revestimentos, como: quantificar quais os gastos com produtos químicos usados em excessos nos processos de higienização, nas operações de descontaminações microbiológicas dos pisos em condições ruins de conservação. Quantidade de efluentes gerados nestes processos. Até a identificação de custos (não lucros) que as empresas anualmente têm em virtude de interrupções na produção ocasionados por paralisações em determinados setores, para a realização de reparos nas estruturas degradadas.

Nas indústrias em geral, as perdas mencionadas acima acabam não sendo consideradas, somente são as relacionadas à manutenção (reparos) dos pisos. Avalia-se que esses valores sejam importantes para a sobrevivência das empresas, pois são perdas financeiras que se originam na escolha inadequada dos revestimentos empregados nos pisos das suas principais áreas de produção.

REFERÊNCIAS

ACI – American Concrete Institute. **Standart tolerances for concrete construction and materials (ACI 117-90) and commentary (ACI 117R-90)**. Detroit, USA, 1990.

ANDRADE, J.J.O. **Avaliação das características do concreto quando submetido à degradação de origem química**. In: Congresso Brasileiro do Concreto– REIBRAC, 45, 2003, Vitória - ES. Anais. São Paulo: IBRACON, 2003.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

ANDRADE, Tibério. **Tópicos sobre Durabilidade do Concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. 2014.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CÁNOVAS, M. F. **Recomendaciones del C.E.B. sobre reparación e refuerzo de estructuras de hormigon armado**. In: Congresso Latino Americano de Patologia de La Construcción y de Control de Calidad. Anais, Córdoba, Argentina, 1991.

CARMONA, T.G. **Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estruturas sujeitas à carbonatação**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CASSAL, S.B. **A Influência da Adição de Cinza de Casca de Arroz na Resistência de Concretos a Ácidos**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

DU ROCHER, W.T.M. **Identificação dos agentes agressivos e das patologias em pisos industriais de frigorífico de suínos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

EMMONS, Peter H. **Concrete repair and maintenance illustrated**. Kingston: R. S. Means Company, 1993.

GAIER, C.V. **Análise do desempenho de materiais de reparo industrializados para estruturas de concreto frente ao ataque ácido**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

HELENE, P. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado**. São Paulo, 1993. 231p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

HELENE, P. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. São Paulo. Editora PINI, 1986.

HELENE, P. **Durabilidade do concreto versus agressividade do meio (1ª. Parte)**. Artigo técnico. São Paulo: PINI, 1988. p. 85-87

LIMA, Maryangela Geimba de. Ação do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994.

MONTEIRO, R.Z. **Projetos para atualização de espaços destinados a serviços profissionais de alimentação**. Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – FAU Mackenzie, São Paulo, 2004.

PALUMBO, S. A. et al. **Current approach process water and its use in food manufacturing operations**. Trends in Food, v. 8, p. 69-74, 1997.

REPETTE, W.L.; HELENE, P.R.L. **Proteção do Concreto: Uma Necessidade em Indústrias de Celulose e Papel**. Boletim Técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SEILER, P. H. **Seminário de pisos de concreto e revestimentos para a indústria alimentícia e câmaras frigoríficas**. Chapecó: BASF, 2005.

SILVA, Paulo Fernando Araújo. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Aparente em Atmosfera Urbana**. São Paulo: Editora Pini, 1995.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.

VILASBOAS, J. M. L. **Durabilidade das edificações de concreto armado em Salvador: uma contribuição para a implantação da NBR 6118: 2003**. Universidade federal da Bahia–Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Ambiental, 2004.