



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ - FAPAC
ENGENHARIA CIVIL

HERBERT BOTELHO DE ANDRADE JÚNIOR

ANÁLISE DE PATOLOGIAS E ALTERNATIVAS PARA
RECUPERAÇÃO DE PISOS INDUSTRIAIS

UBÁ - MG

2013

HERBERT BOTELHO DE ANDRADE JÚNIOR

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS E ALTERNATIVAS PARA
RECUPERAÇÃO DE PISOS INDUSTRIAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Msc Israel Iasbik

UBÁ - MG

2013

HERBERT BOTELHO DE ANDRADE JÚNIOR

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS E ALTERNATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DE
PISOS INDUSTRIAIS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Érika Maria Carvalho Silva Gravina

Faculdade Presidente Antônio Carlos – FAPAC

Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC

Iracema Mauro Batista

Faculdade Presidente Antônio Carlos – FAPAC

Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC

Paulo Roberto Mendes da Silva

Faculdade Presidente Antônio Carlos – FAPAC

Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC

ANÁLISE DE PATOLOGIAS E ALTERNATIVAS PARA RECUPERAÇÃO DE PISOS INDUSTRIAIS

Resumo

Em alguns segmentos da indústria nacional, pisos industriais são um dos maiores desafios, gerando perdas financeiras, com constantes intervenções para manutenção, paralizações de processos e transtornos com os órgãos reguladores da atividade. Buscou-se contextualizar as diversas patologias pisos industriais e as alternativas adotadas na recuperação. Na fase de projeto, além da especificação das resistências à compressão, à tração e à abrasão, devem-se considerar o solo e a carga incidente. No caso de cargas estáticas sobre um piso industrial, a análise deve ser feita de forma diferente se comparada às cargas de circulação de veículos no pavimento. O fato de não existir uma norma específica nacional que regulamenta o dimensionamento de piso industrial, contribui para o surgimento das patologias. Destacam-se como referências as normas ACI302-1R - *Guide for Concrete Floor and Slab Construction*, *ACI American Concrete Institute (ACI)*. Na fase de execução, encontram-se falhas humanas na interpretação dos desenhos técnicos, propriedades do concreto, tais como f_{ck} inferior ao projetado, trabalhabilidade e exsudação. Na fase de cura, observam-se o surgimento de trincas e fissuras. Por fim as patologias advindas do uso do piso como esborcinamento das juntas, progressão de trincas e fissuras, delaminação e corrosão das armaduras. Para recuperação empregam-se resinados cimentícios e plásticos, usando técnicas de polimento, preenchimento de superfície e juntas desgastadas, e aplicação de revestimento de superfície, que também, podem apresentar patologias como bolhas e deslocamento. O Revestimento de Alto Desempenho (RAD) é uma excelente solução na recuperação de pisos. A recuperação de um piso industrial inicia-se de uma investigação criteriosa das patologias existente, quais foram às causas destas, em seguida a escolha das técnicas, selecionando os materiais conforme as condições de operação, com isto propiciando uma recuperação eficaz de um piso industrial.

Palavras-chave: Pisos Industriais. Patologias. Perdas. Projeto. Revestimento.

ANALYSIS OF PATHOLOGY AND ALTERNATIVES FOR RECOVERY OF INDUSTRIAL FLOORS

Abstract

In some segments of national industry, industrial floors are one of the biggest challenges, generating financial loss, with constant interventions for maintenance shutdowns of processes and disorders with regulators of the activity. The attempted to contextualize the several pathologies of a floor and the strategies adopted in its recovery. In the Project phase, in addition to the specification of the compressive strength, tensile strength and abrasion pathologies are related to soil and cargo incident, charges of the same value, should be analyzed differently in industrial floors, compared to a pavement for vehicle traffic. The fact of the absence of a national specific standards that regulates the industrial floor project, contributes to this error. Stands out as reference standards ACI302 - 1R - Guide for Concrete Floor and Slab Construction, ACI (American Concrete Institute). In the execution phase, stand out human failures in technical drawings interpretation, properties of concrete, fck with lower than projected, workability, exudation. In the healing phase, crack , fissures. Finally pathologies arising from the use of the ground as wear of the joints, progression of cracks and fissures, delamination, corrosion of reinforcement. To recover resin cement and plastics are used polishing techniques, filling and surface worn together, and application of surface coating, which also may exhibit pathologies such as blistering, peeling. Being high performance coating (RAD). The recovery of industrial floor begins a thorough investigation of the existing conditions, which were the causes of these then the choice of techniques, selecting materials according to the operating conditions, thus providing efficient recovery of an industrial floor.

Keywords: Industrial Floor. Pathologies. Losses. Project. Standard. Coating.

1 INTRODUÇÃO

Os custos gerados nas recuperações de pisos industriais e os transtornos ocasionados pelas paradas de produção tendo ciclos constantes de intervenções, torna-se um dos maiores desafios para a indústria, levando-se ainda em consideração que em alguns ramos da indústria, um piso plano e de fácil limpeza é fundamental para sua operação. Podem-se citar como exemplos as indústrias farmacêuticas, alimentícias, hospitalares e laboratórios, onde os pisos devem ser livres de arestas, além de outras características como serem isentos de contaminantes e sujeiras e, ao mesmo tempo, de extrema planicidade, elevada resistência à abrasão, química, capacidade para suportar condições severas de esforço, impacto, e variação de temperatura.

Segundo, Rubens Curti², especialista em concreto da ABCP¹, em entrevista à revista Guia da Construção, um dos fatores que contribuem muito para os problemas recorrentes em pisos industriais são os atrasos dos cronogramas de obras, que atropelam o processo de aplicação do piso em detrimento em um padrão mínimo de qualidade:

por conta de atrasos no cronograma da obra, não é incomum que os serviços de execução dos pisos industriais sejam realizados em condições precárias. A concretagem do piso a céu aberto, sem que a cobertura esteja executada, pode ocasionar alguns desvios que certamente resultarão em futuras patologias. Em situações onde a temperatura ambiente for muito alta e a umidade relativa muito baixa, associadas à velocidade de vento alta, pode acontecer excesso de evaporação da água do concreto, que se manifestará por meio de fissuras (...) O ideal é realizar essa tarefa quando a execução dos fechamentos estiver concluída para evitar que a entrada do pó, advindo do exterior, contamine o revestimento e diminua a vida útil do piso (CICHINELLI, 2011, p.2)².

Quando a indústria está operando, os equipamentos que por ali transitam como empilhadeiras, máquinas operatrizes, estocagem vertical exigem cada vez mais dos pisos, por isto as exigências de desempenho e durabilidade por parte dos contratantes, projetista e os órgãos reguladores das atividades fins destas indústrias, são cada vez maiores, órgãos como SIF³ e ANVISA⁴, como exemplo segue um breve texto do SIF que regulamenta as condições sanitária de um piso.

os pisos devem ser de material resistente ao trânsito e ao impacto, de fácil drenagem, limpeza ou higienização e, quando necessário, possuir declive em direção aos

¹ Associação Brasileira de Cimento Portland

² CICHINELLI, 2011, p. 2. disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/117/artigo212643-1.asp>>. acesso em: 15 ago. 2013

³ Serviço de Inspeção Federal.

⁴ Agencia Nacional de Vigilância Sanitária.

drenos. Na área de produção, devem ser evitados os ralos e quando absolutamente imprescindíveis devem ser do tipo sifão ou similar, dotados de fechamento e não permitindo a formação de poças. Da mesma forma, as canaletas, quando absolutamente indispensáveis, devem ser lisas com declive para o sifão ou similar. Nas áreas onde se armazenem ou manipulem produtos úmidos, os pisos devem ser impermeáveis e laváveis (SIF)⁵.

Acrescentado a isto o processo lavar, em muitas situações em intervalos de poucas horas, com vista a garantir condições sanitárias, demandando o uso agentes químicos (fungicidas, bactericidas, soda cáustica, cloro, ácidos), provocando reações químicas que alteram as propriedades coesivas do concreto, influenciando em sua resistência superficial e reagindo com a armadura do concreto acarretando corrosão, expansão do aço e consequentemente, o surgimento de fissuras e trincas no piso.

todas as águas são, em maior ou menor grau agressivas ao concreto, mas a agressividade aumenta quando a água está em movimento, há variação frequente do nível da água, a temperatura da água é superior a 45°C, a água está poluída com produtos químicos ou por esgotos residenciais e as peças de concreto são delgadas (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 54).

Quando se fala em piso, muito são os estudos e normas sobre concreto com armadura de aço, concreto com fibras de aço e protendido, voltados para construção de edifícios, casas, comércios, rodovias, pátios de estacionamentos, mas quando se volta para setor industrial à procura por alternativas para atender às exigências sanitárias em que o foco é ausência de fissuras, trincas e resistência a agentes químicos, carece de uma norma específica que trata este segmento, uma norma que aborde tanto os requisitos de projeto como os de execução para pisos industriais.

na falta de texto normativo nacional, a prática corrente adotada pelo mercado é o emprego dos parâmetros da *ACI 302-1R - Guide for Concrete Floor and Slab Construction*, do *ACI (American Concrete Institute)*. Outro documento conhecido no Brasil é o *TR-3 - Concrete Industrial Floors*, do instituto inglês *CCA (Concrete Contractors Association)*(CICHINELLI, 2011, p.3).

Os pisos industriais são em sua maioria construídos elevados em relação ao nível de solo, “deverá ser instalado no centro de um terreno, elevado cerca de 1 m (um metro), afastado dos limites da via pública”⁶, para garantir facilidade de cargas e descargas e também para dificultar trânsito de pragas e animais. Esta elevação demanda um aterro, um estudo sobre o material de aterro, ensaios de umidade ótima, o que muitas vezes não são feitos,

⁵Instrução Normativa SIF: nº 4 de 23 de fevereiro de 2007 - Anexo 1- item 4.3.8

⁶ SIF-Portaria Nº. 210-1998-item 1.

provocando deslocamento e deformação do piso. Fator que não deve ser negligenciado na fase de projeto e execução.

São diversas as soluções técnicas que se apresentam no mercado para minimizarem as patologias apresentadas pelos pisos no decorrer dos anos de uso, sejam por falhas de execução e projeto, sejam pelo desgaste ocorrido durante os anos de operação sobre este piso. O estudo das Patologias das Estruturas voltadas para pisos industriais é um “novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”(SOUZA; RIPPER, 1998, p. 14).

1.1 OBJETIVO

Os estudos das patologias em pisos industriais dispõem de um número farto de artigos, livros que abrangem todo o contexto, mas também fartos são os exemplos em que a recuperação de um piso resultaram em uma experiência mal-sucedida. O foco deste trabalho é contextualizar estes estudos aliando as possíveis alternativas para recuperação de pisos industriais, que por um determinado tempo atenderam ao seu objetivo, mas evoluíram para um desgaste superficial, com surgimento de trincas. Procurando entender as possíveis causas encontradas e identificar os possíveis caminhos a serem empregados para recuperar este piso, e as formas para se executar esta recuperação, como por exemplo, usar de técnicas de preenchimento, polimento, coberturas com revestimentos poliméricos e cimentícios, dando sobrevida e evitando que seja removido, o que em muitos casos fica inviável pela impossibilidade de paralisar o processo de produção.

1.2 JUSTIFICATIVA

As indústrias de uma forma geral, visam ao lucro, por meio da geração de bens ou serviços, com isto proporcionando uma recuperação eficaz eliminando ciclos de intervenções paralisação no seu processo, gerando custos elevados, perda de receitas. O processo de recuperação de uma área de piso degradada obedecendo a critérios técnicos corretos apresenta inúmeros benefícios em comparação com a remoção total deste piso e reconstrução (lançamento de armadura, nivelamento, lançamento do concreto e ou agregados, polimento, cura), isto, devido ao fato de que a relação de tempo em que uma área de piso recuperada é muito menor comparando-se com reconstruir. Menor é o custo para se recuperar. Pode-se no processo de recuperação inserir uma maior resistência ao concreto, principalmente a impactos,

com redução ao atrito e conseqüentemente, menor desgaste do piso e de equipamentos, resistência a agentes químicos, através de uso de resinas poliméricas, e ganhos estéticos quando se aplicam revestimentos, com apelos estéticos, conseguindo desta forma, aliar menores custos com ganhos em relação ao projeto inicial.

2 DESENVOLVIMENTO

Para a execução das atividades, teve como metodologia, o levantamento *in loco* e pesquisa de referenciais bibliográficos.

2.1 Piso Industrial Definição

Piso Industrial é o piso construído em uma planta industrial nos seus diversos setores, com a finalidade de resistir e distribuir para fundação cargas provenientes dos carregamentos, sendo que cada setor das indústrias com suas particularidades de cargas, acabamentos, características físicas, químicas, biológicas diferenciadas que impõe uma severidade em seu projeto estrutural e em muitos se difere do pavimento feitos para o trânsito de veículo.

no dimensionamento dos pavimentos industriais, necessitamos, da mesma forma que nas rodovias, ter o conhecimento da camada superficial do solo, obtido através de seus índices físicos e da capacidade suporte, bem como do conhecimento das camadas mais profundas, obtidas na sua forma mais elementar pelas sondagens (RODRIGUES; BOTACINE; GASPARETTO, 2006, p. 15).

No primeiro, as cargas em um pavimento são transitórias, ou seja, o rolar das rodas que transmite uma carga momentânea ao piso e à fundação, já o piso industrial apresenta uma característica de muitas vezes ter uma carga estática, que influencia no conceito sobre como deverá ser tratada uma fundação, conforme se verifica em Rodrigues:

diferentemente dos pavimentos rodoviários, onde apenas uma pequena camada do solo, situada a até 1,5 m de profundidade, percebe efetivamente a ação do carregamento móvel, nos pisos industriais, há carregamentos estáticos, que acabam solicitando as camadas mais profundas do horizonte (RODRIGUES, 2010, p. 23).

2.2 Patologia das Estruturas

Conforme Souza e Ripper (1998, p. 13), “Engenharia de Estruturas e associadas à análise de todos os fatos expostos, implicaram, dentro dos meios técnicos, necessidade de se promover a indispensável alteração de métodos” e quando se fala em piso industrial muitas são as patologias que se apresentam, como também, são as diversas soluções encontradas que no final geram um aprendizado contínuo à medida que novas alternativas tecnológicas vão surgindo:

no entanto, a Patologia das Estruturas não é apenas um novo campo no aspecto da identificação e conhecimento das anomalias, mas também no que se refere à

concepção e ao projeto das estruturas, e, mais amplamente, à própria formação do engenheiro civil (SOUZA; RIPPER 1998, p. 14).

Um piso industrial ou mesmo qualquer outro piso na fase de projeto e execução, requer cuidado e preocupação em estudar as cargas incidentes sobre o piso, as características do solo, chegando ao projeto estrutural do piso. Acontece que as condições de operação e trabalho que serão praticados sob estes pavimentos muitas vezes não são consideradas:

para cada caso ou combinação de casos, as classes de exposição indicarão níveis de risco ou parâmetros mínimos a serem observados como condição primeira para que se consiga uma construção durável. Assim, estarão definidos: dosagem mínima de cimento; fator água/cimento máximo; classe de resistência mínima do concreto; cobrimento mínimo das barras das armaduras; método de cura (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 19).

Piso de alta resistência não garante a durabilidade do piso, mas deverá aliar-se estas características uma pesquisa às condições e operação e manutenção, identificando os agentes agressivos, decidindo quais as melhores alternativas, sendo normal em muitos casos, em uma planta industrial encontrar pisos diferentes, constituídos de cimentos polidos e ou acrescidos com agregados minerais, cerâmicas industriais, revestimento epoxídios, poliuretânicos e uretânicos, cada um de acordo com atividade executada sobre o piso.

É importante na fase de projeto se fazer um levantamento destas condições:

por outro lado, constata-se que as falhas originadas de um estudo preliminar deficiente, ou de anteprojetos equivocados, são responsáveis, principalmente, pelo encarecimento do processo de construção, ou por transtornos relacionados à utilização da obra, enquanto as falhas geradas durante a realização do projeto final de engenharia geralmente são as responsáveis pela implantação de problemas patológicos sérios e podem ser tão diversas como: elementos de projeto inadequados (má definição das ações atuantes ou da combinação mais desfavorável das mesmas, escolha infeliz do modelo analítico, deficiência no cálculo da estrutura ou na avaliação da resistência do solo, etc.); falta de compatibilização entre a estrutura e a arquitetura, bem como com os demais projetos civis; especificação inadequada de materiais; detalhamento insuficiente ou errado; detalhes construtivos inexequíveis; falta de padronização das representações (convenções); erros de dimensionamento (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 24).

As patologias dos pisos de concreto mais recorrentes estão relacionadas com a delaminação (também conhecida como deslocamento), desgaste superficial, manchas e fissuras de retração. Já os revestimentos em pisos industriais implementam outras propriedades aos pisos como, proteger o concreto contra ataques químicos e maior resistência mecânica, propiciando ainda facilidade de limpeza, e tendo como principais patologias, formação de bolhas, falhas e irregularidades no acabamento, destacamentos, trincas e fissuras.

2.3 Patologia das Estruturas Piso de Concreto como Acabamento

Na própria superfície do concreto é aplicado o acabamento, (FIG. 1), ficando sujeita as solicitações das cargas (desgaste por abrasão, impacto, fissuração acentuada, empenamento das bordas, trincas de dilatação, juntas com esborcinamento).

Muitas são as técnicas empregadas para um piso apresentar um acabamento, mas pela característica deste piso em que o lançamento e o acabamento são etapas executadas subsequentes oferece uma vantagem econômica muito atrativa e por outro lado um cuidado muito maior para evitar o surgimento de anomalias prejudicando o aspecto proposto a este piso.

FIGURA 1– Piso Industrial na fase de acabamento



Para que um piso de concreto apresente um resultado final esperado não depende somente de suas propriedades vinculadas à matéria-prima usada, mas também às condições de como foi produzido e às condições ambientais e operacionais relacionadas à sua aplicação. O concreto é um material que apresenta variações expressivas de suas propriedades ao longo do tempo, um contexto de diversas falhas desde a etapa de projeto, execução, lançamento, cura de concreto, propiciam o surgimento de patologias. Na FIG. 2 são relacionadas as diversas variáveis de ocorrência em uma estrutura de concreto armado:

FIGURA 2 – Causas e Etapas de Patologias de Pisos

CAUSAS INTRÍNSECAS	FALHAS HUMANAS DURANTE A CONSTRUÇÃO	DEFICIÊNCIAS DE CONCRETAGEM	transporte lançamento juntas de concretagem adensamento cura
		INADEQUAÇÃO DE ESCORAMENTOS E FORMAS	
		DEFICIÊNCIA NAS ARMADURAS	má interpretação dos projeto insuficiência de armaduras mau posicionamento das armaduras cobrimento inadequado das barras deficiência de ancoragens deficiência na emendas má utilização de anticorrosivos
		UTILIZAÇÃO INCORRETA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO	fck inferior ao especificado aço diferente do especificado solo com características diferentes utilização de agregados reativos utilização inadequada de aditivos dosagem inadequada de concreto
		INEXISTÊNCIA DE CONTROLE DE QUALIDADE	
	FALHAS HUMANAS DURANTE A UTILIZAÇÃO (ausência de manutenção)		
	CAUSAS NATURAIS	CAUSAS PRÓPRIAS À ESTRUTURA POROSA DO CONCRETO	
		CAUSAS QUÍMICAS	reações internas ao concreto expansibilidade de certos constituintes do cimento presença de cloretos presença de ácidos e sais presença de anidrido carbônico presença de água elevação da temperatura interna do concreto
		CAUSAS FÍSICAS	variação de temperatura insolação vento água
		CAUSAS BIOLÓGICAS	

Fonte: (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 29)

2.4 Patologia das Estruturas Piso Advindas do Concreto Fresco

Muitas das patologias futuras dos pisos estão relacionadas às falhas a poucas horas de vida do concreto fresco não se dando muita importância aos cuidados a serem tomados desde lançamento e preparação do concreto e a cura do mesmo. A seguir algumas das propriedades mais importantes a serem consideradas:

2.4.1 Trabalhabilidade

É propriedade que se busca dar ao concreto fresco, características que facilitem o manuseio dando mais fluidez atendendo às particularidades de projeto, as quais permitem que ele seja misturado, transportado, lançado, adensado e acabado de modo apropriado para cumprir as exigências de material de engenharia quando em serviço.

Segundo Rodrigues (2010) apesar de ser uma característica voltada para facilitar o manejo e operação do concreto, usando um padrão de *slump* de 80 a 120 mm, sendo uma referência para o piso de concreto, o teste *slump* não deveria ser a única forma de medida, pois incorre em muitos erros. Deve-se levar em consideração que o teor de argamassa e materiais finos para garantir um acabamento liso quando se tratar de pisos polidos:

rotineiramente, esse teor de argamassa é tomado no estado seco, sendo a razão em massa entre os materiais que passam pela peneira 4,8 mm (cimento e areia), pela soma total dos materiais secos (cimento, areia e brita):

$$A_r = \frac{\text{cimento} + \text{areia}}{\text{cimento} + \text{areia} + \text{brita}} \times 100$$

Para condições normais, esse teor está entre 49% a 52%, mas pode variar em função da granulometria da areia - por exemplo, areias muito fina levam a teores de argamassa menores - e da própria granulometria do agregado graúdo (RODRIGUES, 2010, p. 46-47).

As causas relacionadas à falha na cobertura do agregado mineral ou a delaminação (excesso de cobertura de argamassa) está diretamente ligada à busca de uma trabalhabilidade, relacionada à quantidade argamassa em menor ou maior percentual, ocasionando falhas na cobertura dos vazios entre o agregado graúdo que deveria estar cobrindo de forma que não seja visível após o polimento ou excesso provocando processo de delaminação que é uma concentração maior de materiais finos na superfície do piso. “A trabalhabilidade do concreto é afetada principalmente pelo consumo de água, de cimento, pela granulometria dos agregados e por outras características físicas destes e pelos aditivos” (MEHTA & MONTEIRO, *apud* RODRIGUES, 2010, p. 47).

2.4.2 Exsudação

É o fluxo de água ascendente no concreto no momento do lançamento, contribuindo para concentração de água superficial, que após a secagem contribui em uma porosidade elevada ocasionada principalmente, por apresentar uma relação água/cimento com um índice muito alto, reduzindo a resistência à abrasão, devido ao aumento da porosidade. Deve-se ter uma atenção na adição de aditivos e curvas granulométricas, sendo que areias grossas que tendem a aumentar este fenômeno. “No caso de pisos, o fenômeno é particularmente prejudicial, por aumentar a porosidade superficial em razão do incremento da relação água/cimento, que reduz resistência à abrasão” (RODRIGUES, 2010, p. 48).

2.4.3 Fissuração por Retração plástica

Manifestando-se nas primeiras horas do lançamento do concreto, ocorre ao contrário “quando a taxa de exsudação é inferior à evaporação da água do concreto” (RODRIGUES, 2010, p. 49), e pode ser potencializada quando há uma rápida desidratação na superfície do concreto acelerada pelas condições do local onde for aplicado o piso como: temperatura, condições atmosféricas e das características do concreto, para o qual ele foi projetado. A relação água/cimento, misturas ricas em cimento estão mais sujeitas à retração plástica, acompanhadas das tradicionais fissuras curtas, que surgem em grupos paralelos entre si (RODRIGUES, 2010).

Segundo Rodrigues (2010), outro tipo de fissura é causada pela sucção da água nos poros (por pressão negativa), gerada inicialmente pela secagem dos poros, mas que também é influenciada pelo processo de hidratação, que promove aumento na rigidez do sistema e reduz sua mobilidade. Geralmente, apresenta abertura grande, da ordem de milímetros, mas a profundidade é função direta da profundidade da dissecação e do coeficiente de Poisson do concreto.

o controle das fissuras, além das variáveis climáticas, nem sempre possíveis de serem evitadas, pode ser feito com o emprego de fibras e “de maneira geral, qualquer tipo de fibra é capaz de controlar a formação das fissuras plásticas (RODRIGUES, 2010, p. 49).

2.5 Patologia das Estruturas Piso Advindas do Concreto Seco.

2.5.1 Resistência à compressão

É a propriedade mecânica que o concreto tem em resistir à compressão, e o fator preponderante é a relação água/cimento sendo que, quanto menor esta relação, maior será a sua resistência.

As variações observadas para uma mesma relação água/cimento devem-se fundamentalmente à resistência dos cimentos empregados. Uma forma de separar essa influência é com o emprego da curva de Abrams⁷ e Walz, (Rodrigues, 2010), em que são representadas diversas curvas de Abrans para diferentes resistências do cimento.

Lei de Abrams é utilizada para a formação da curva de correlação do fator água/cimento (a/c) em função de uma dada resistência à compressão do concreto para uma determinada idade. Normalmente, os agregados não apresentam influência sobre a resistência final do concreto, “os agregados apresentem resistência mecânica adequada, sua influência sobre a resistência final do concreto é pouco perceptível, ficando esta fortemente sujeita pela relação água/cimento” (RODRIGUES, 2010, p. 52).

2.5.2 Resistência à tração na flexão

Além da relação água/cimento essa propriedade também é afetada por outros fatores, principalmente, as características dos agregados com relação à superfície:

os agregados afetam a resistência à tração na flexão, principalmente, de natureza mineralógica, forma geométrica e textura das partículas. Ensaio comparativos com seixo rolado, que possui superfície lisa, e calcário B britado indicaram que neste a resistência à tração na flexão pode ser até 25% maior para a mesma relação a/c (KAPLAN, *apud* RODRIGUES, 2010, p. 53).

2.5.3 Resistência à abrasão

A resistência à abrasão é a propriedade que o concreto tem em resistir ao atrito e ao impacto. É uma propriedade fundamental para os concretos submetidos ao desgaste superficial causado pelo tráfego de veículos ou mesmo pelo caminhar de pessoas, sendo

⁷ Quem primeiro conheceu esta relação de dependência foi Abrams em seu trabalho que foi publicado em 1919. Abrams demonstrou baseando-se em pesquisas laboratoriais que a resistência do concreto dependia das propriedades da pasta de cimento endurecida, a qual por sua vez, era uma função direta do fator água/cimento (a/c). Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf74EAH/curva-abrams>>. Acesso em: 08 set. 2013.

relação água/cimento o mais importante critério usado para o ganho de resistência e, para pisos, “ é desejável que se situe abaixo de 0,55 ” (RODRIGUES, 2010, p. 54).

Sendo que a relação água/cimento, não acrescenta ganhos significativos para teores maiores que 360 kg/m³ (RODRIGUES, 2010).

Superfícies que recebem acabamento desempenado ou polido são mais resistentes. O constante movimento na superfície do concreto gera uma maior concentração de materiais finos na superfície do piso, aumentando a relação água/cimento, devendo atentar ao excesso destes materiais para evitar a ocorrência de delaminação.

a aspersão de agregados minerais ou metálicos durante a fase de acabamento pode trazer grandes benefícios aos pisos industriais, bem como tratamento à base de endurecedores químicos, o que permite um ganho significativo de dureza superficial, sem necessariamente empregar concretos de resistência muito elevada, em que a retração pode causar efeitos indesejáveis no resultado final. A medição da resistência à abrasão tem sido um empecilho para o adequado controle dessa propriedade, pois a normalização brasileira existente não se presta aos pisos monolíticos de concreto, mas sim às argamassas de alta resistência (RODRIGUES, 2010, p. 54).

2.6 Patologia das Estruturas Piso Advindas do Uso do Piso

2.6.1 Esborcinamento de Juntas

Em se tratando da quebra das bordas das juntas de dilatação do piso, muitas são as causas, dentre as mais importantes estão relacionadas com o trânsito de veículos de rodas duras como empilhadeiras, (FIG. 3), sendo agravada quando o tratamento dado junta de dilatação, não é o correto, adicionando um material selante de baixa resistência, ou esmagamento no interior da junta de materiais incompressíveis acrescentando tensões que impedem a dilatação do piso, conforme o autor define:

o surgimento das empilhadeiras de rodas rígidas promoveu uma alteração substancial nas juntas, pois o pequeno diâmetro delas passou a introduzir esforços elevados nas bordas da junta, havendo necessidade de desenvolvimento de materiais específicos para o seu preenchimento (RODRIGUES; BOTACINE; GASPARETTO, 2006, p. 50).

Ainda sobre o impacto das rodas das empilhadeiras sobre as juntas, observa-se que:

Quando há o tráfego de empilhadeiras de rodas rígidas, os selantes tradicionais não protegem adequadamente as bordas das juntas, pois apresentam uma baixa dureza e, portanto, são facilmente deformáveis, além do que, quando a placa encurta por retração térmica, acabam tomando uma forma côncava, expondo ainda mais as bordas da junta, como podemos ver na figura 7.3. Neste casos, devemos empregar os materiais de preenchimento, que são materiais bicomponentes à base de resinas

epoxídicas ou poli-uréias, cuja dureza *shore A* situa-se ao redor de 80% e são os únicos capazes de efetivamente resistir ao tráfego de rodas rígidas, como mostra a figura 7,4 (MELZGER, 1978 *apud* RODRIGUES; BOTACINE; GASPARETTO, 2006, p. 51-52).

FIGURA 3 – Tensão nas juntas

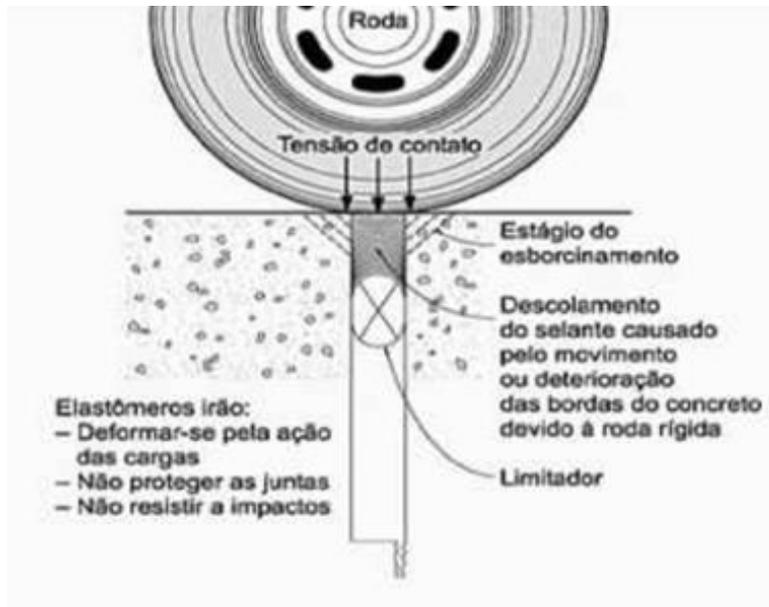


Figura 7.3: Deficiência dos selantes na proteção das jun

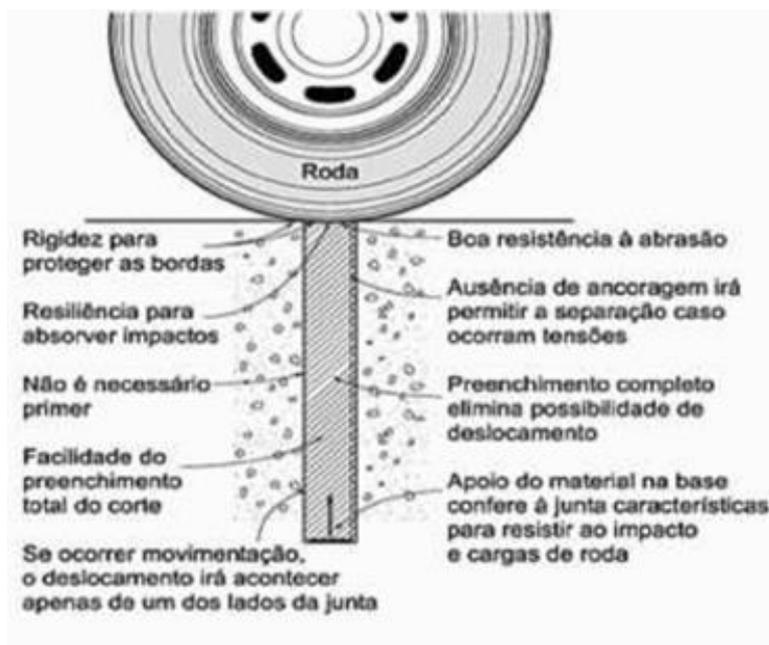


Figura 7.4: Material de preenchimento semi-rígido (epoxídico)

Fonte: (RODRIGUES, 2006, p. 51-52)

Para resolvê-las, é preciso identificar o grau de desgaste, mas em regra geral é preciso marcar o local e recortar a faixa de revestimento danificado, de preferência uma faixa adicional para cada lado. Caso tenha ocorrido esborcinamento da borda do concreto devido à

delaminação (área com alto teor de argamassa e, conseqüentemente, baixa resistência mecânica), esta deverá ser recortada na proporção mínima de 2,5 cm de largura (para cada lado da junta) e 2,5 cm de profundidade e em seguida, o local deverá ser preenchido.

Alguns materiais que garantem o preenchimento das juntas após o corte são as resinas a base de poliuretano flexível e a resina epóxi são os mais indicados:

selante poliuretano flexível; (...) Tem elevada durabilidade e resistência a intempéries, não mancha o substrato (por não conter plastificantes externos) e ainda possui boa aderência a diversos substratos. Permite liberdade de movimentação das placas, sendo ideal para aplicação em juntas periféricas (entre pisos e paredes ou outros elementos estruturais), onde as movimentações são mais intensas. Resina epóxi; Composto bicomponente semiflexível, à base de resina epóxi incolor ou colorida. Pode ser aplicado para recuperação de juntas em diversos tipos de revestimento. Ideal para áreas de tráfego muito intenso, com uso de empilhadeiras com rodas rígidas (REVISTA TÉCNICA, 2013, p. 42).

2.6.2 Trincas e fissuras

São as patologias mais frequentes em um piso e tem um impacto visual. Para o tratamento adequado é necessário fazer uma análise preliminar das características desta fissura conforme já abordado em 2.4.3, vislumbrando qual melhor estratégia a ser empregada. O comportamento de uma fissura ao longo do tempo desde quando surgiu, seja nos primeiros dias após o lançamento do concreto e a sua progressão é classificada como uma fissura dita ativa ou inativa, “uma fissura é dita ativa, ou viva, quando a causa responsável por sua geração ainda atua sobre a estrutura, sendo inativa, ou estável, sempre que sua causa se tenha feito sentir durante um certo tempo e, a partir de então, deixado de existir” (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 57).

De um modo geral fissuras relacionadas com retração ou retração plástica estruturalmente não são comprometedoras, embora sejam com relação ao padrão estético e nas indústrias de carnes, laticínios, laboratórios comprometendo o padrão higiênico-sanitário. Algumas técnicas como estucamento, aplicação de preenchedores caldais podem ser usadas, mas dependem muito do espessura da abertura destas fissuras.

Uma boa estratégia seria o mapeamento detalhando as anomalias, feito em desenhos posicionando-as e identificando por legenda as características de cada anomalia com locação precisa do seu contorno, medições de abertura de fissuras, de tal forma que a anomalia seja localizada sem quaisquer dificuldades quando da realização dos trabalhos de recuperação.

o tratamento de peças fissuradas está diretamente ligado à perfeita identificação da causa da fissuração, ou, dito de outra forma, do tipo de fissura com que se está a

lidar, particularmente no que diz respeito à atividade (variação de espessura) ou não da mesma, e da necessidade ou não de se executar reforços estruturais (casos em que as fissuras resultam de menor capacidade resistente da peça) (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 121).

Algumas resinas sintéticas, com alto poder adesivo, de fácil aplicação, elevada resistência mecânica, ausência de retração, atuando como forma de seladora e preenchedora, permite restabelecer monoliticidade de elementos de concreto fissurados. Diversas resinas estão disponíveis no mercado, como as acrílicas, as de poliéster, as mais recentes de microcimentos e as epoxídicas, sendo estas últimas as de uso mais corrente e que apresentam bons resultados na recuperação de piso, estas resinas também conhecidas no mercado como “grout”, que podem ter como constituinte de sua formulação agregados miúdos e graúdos de diversas granulometria e podendo ser empregadas desde a recuperação de fissuras (agregados miúdos) até o preenchimento de falhas no concreto (agregado graúdo):

o grout de base mineral é um material constituído por cimento, agregados miúdos, quartzos, aditivo superplastificante e aditivo expensor (pó de alumínio), que possibilitam a obtenção de elevada fluidez, tornando possível a sua aplicação em regiões dos elementos estruturais de difícil acesso. Além disto, em virtude da presença de aditivo expensor na mistura, há maior garantia de que todos os espaços da região do reparo serão preenchidos. Na obra, deve-se misturar água ao grout segundo as quantidades especificadas pelo fabricante do material (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 103-104).

2.6.3 Corrosão das Armaduras

Um dos fatores que podem trazer efetivos danos a um piso industrial é o processo desencadeado pela corrosão da armadura de aço localizada no interior deste concreto, o processo de corrosão expande exponencialmente o volume desta armadura ocasionando o rompimento do concreto e surgimento de fissuras, deslocamentos, a corrosão poderá ser entendida como a deterioração de um material, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente, aliada ou não a esforços mecânicos.

no caso das barras de aço imersas no meio concreto, (...) é caracterizada pela destruição da película passivante existente ao redor de toda a superfície exterior das barras. Esta película é formada como resultado do impedimento da dissolução do ferro pela elevada alcalinidade da solução aquosa que existe no concreto e estabelecido que a água quimicamente neutra é a que tem a mesma quantidade de íons (H^+) e de íons hidroxílicos (OH^-), o que acontece a $22^\circ C$, (...) o pH de uma solução aquosa neutra é 7. Portanto, tem-se que: (H^+) > (OH^-) pH < 7 solução ácida; (H^+) = (OH^-) pH = 7 solução neutra; (H^+) < (OH^-) pH > 7 solução alcalina. O pH do meio aquoso existente no interior do concreto é bastante alcalino (entre 12.6 e 14), como resultado da própria reação entre a água e os sais minerais que compõem o cimento. Sempre que o nível de alcalinidade for superior a 9, estará garantida a criação da já referida película passivante, pelo contato entre a ferrugem

superficial das barras e a água. Configurado, assim, o ambiente para a convivência salutar entre as barras de aço e o meio concreto (SOUZA; RIPPER, 1998, p .65-66).

Desta forma, como consequência do próprio processo, a corrosão não acontecerá em concretos secos nem em saturados (no primeiro caso, falta o eletrólito; no segundo, o oxigênio).

Por outro lado, as estruturas mais sujeitas à corrosão são as expostas à ação alternada de molhagem e secagem, em particular se esta água for dotada de grande concentração de cloretos, o que este último se apresenta em grandes proporções em alguns ramos industriais.

2.7 Revestimento como Solução para Piso

Tanto para pisos novos, como para pisos velhos uma solução muito comum presente no mercado, é a aplicação de um revestimento sobre estes pisos. Diversas são as opções de revestimentos a exemplos cerâmicos (neste tipo de piso destacam-se as cerâmicas extrudadas), revestimento de base cimentícia, revestimentos de resinas plásticas, revestimentos plásticos e outros, e têm como finalidade, no caso de piso novo, incorporar propriedades como resistência física, química e biológica, e em um piso mais rodado recuperá-lo dando um aspecto de aparência nova ao piso, além de incorporar as mesmas propriedades dadas a um piso novo.

As diversas opções de revestimentos relacionados acima, os revestimentos cimentícios e os revestimentos de resinas plásticas são o foco deste estudo, pois se complementam já que em muitas situações pisos muito desgastados precisam de uma camada de regularização, podendo ser cimentícia, aplicando um revestimento plástico de acabamento.

2.7.1 Recuperação de Piso pela Aplicação Revestimento de Alto Desempenho

Conforme a ANAPRE⁸, todo piso que for preparado para uma aplicação superficial a base de resina plástico e cimentícia, aumentando a capacidade de resistência à mecânica, a impactos, a abrasão, e a agentes químicos é denominado Revestimento de Alto Desempenho(RAD), regulamentado pela norma NBR 14050 de 1998, devendo obedecer a alguns critérios técnicos conforme boletim (ANAPRE, CR 001/2011).

Para a aplicação deste tipo de revestimento de alto desempenho é necessário que sejam considerados alguns requisitos básicos como: estado de criticidade de fissura, trinca e

⁸ ANAPRE - Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho

esborcinamento, no que se concerne à natureza desta patologia, se relacionada com desgaste ou estrutural. De uma maneira geral os desgastes poderão ser resolvidos com o novo revestimento, mas se a patologia está relacionada a problemas estruturais como movimentação de concreto por problemas da base apresentando deslocamentos anormais, devendo neste caso ser considerada a remoção das áreas comprometidas, recompondo-se o piso e neste, aplicando o revestimento. É importante observar que os RAD não atuam em propriedades relacionada à tração e ao cisalhamento sendo estes fatores limitantes a serem considerados.

Uma atenção especial deve se ter às condições de umidade, pois este tipo de revestimento é muito sensível à presença de umidade, principalmente, relacionada ao efeito de osmose reversa, também conhecido como umidade ascendente, onde a umidade do solo migra para a superfície em forma de vapor e quando encontra a barreira feita pelo revestimento, condensa-se entre o revestimento e o piso de concreto formando bolhas que à medida que o tempo passa, irão aumentando. Alguns cuidados podem ser empregados para minimizar esta patologia como lona plástica e um tratamento melhor do subleito, sendo o emprego de revestimento que apresente propriedade adesiva considerável, contrapondo a umidade a ascendentes, deve ser empregado nestes casos. Um bom revestimento para este tipo de pisos são os revestimentos uretânicos desenvolvidos à base de óleo de mamonas, que aceitam maiores percentuais comparados ao epóxi, sendo usados com grande sucesso.

Outro fator importante é a resistência à compressão e tração mínima que o piso de concreto deve ter conforme a ANAPRE recomenda:

na execução de todo piso de concreto deve ser colocada lona plástica dupla com, no mínimo 200 micra de espessura. A lona deverá estar íntegra, sem furos ou rasgos, transpassada em 30 cm nas emendas e instalada entre a sub-base e o concreto. O concreto deve ter no mínimo fck 25 MPa, mas preferencialmente 30 MPa de resistência à compressão e 3,0 fck de resistência à tração (ANAPRE, CR 001/2011).

Ainda sobre a umidade ascendente, observa-se que:

as questões de drenagem dos pisos industriais são frequentemente negligenciadas e podem constituir-se em um problema estrutural em algumas situações específicas, principalmente quando a sub-base ficar saturada em função da entrada de água (RODRIGUES; BOTACINE; GASPARETTO, 2006, p. 21).

2.7.2 RAD Ensaios de Compressão e Arrancamento

2.7.2.1 Compressão

A ANAPRE recomenda um ensaio através do esclerômetro (FIG. 4), a ser realizado após a aplicação na conclusão do piso e que deve ser feito também para verificar a estrutura de concreto com relação a sua resistência a compressão antes de aplicar o revestimento:

FIGURA 4 – Esclerômetro



Fonte: ANAPRE(2011)

1.fazer um mapa dos pontos que serão ensaiados antes da área ser revestida; 2- Fazer os testes iniciais no piso de concreto e marcar as leituras no mapa; 3- Se houver leituras abaixo de 25MPa, o piso deverá ser substituído, pois não se deve revestir pisos com resistência abaixo de 25MPa; 4- Executar o revestimento conforme o contrato; 5- Após 7 dias de cura, executar novos ensaios nos mesmos locais da primeira leitura e registrar; 6- Elaborar uma tabela comparativa mostrando o incremento da resistência à compressão/ impacto. Comitê Técnico de RAD não define o resultado ideal após o revestimento, mas recomenda que: 1- O resultado final nunca poderá ser inferior ao resultado inicial; 2- O resultado final deve ser sempre acima de 40MPa (ANAPRE, CR 003/2011).

2.7.2.2 Arrancamento

Este ensaio , (FIG. 5), é embasado pela norma NBR 14050 – 1998 Anexo C, p. 25 a 27, determinando a melhor forma para se executar e o resultado na aplicação de piso de alto desempenho é interpretado desta forma pela ANAPRE :

FIGURA 5 – Teste de arrancamento



Fonte: ANAPRE (2011)

este ensaio, que faz parte da NBR 14050, determina inúmeros parâmetros do revestimento, dentre eles: 1- Resistência à tração do revestimento, que deve ser sempre acima de 2,5 MPa ou se o concreto romper antes. 2- Espessura do revestimento efetivamente aplicado; 3- Estrutura do revestimento (se tem poros, cor, tipo de sistema etc.). De forma indireta, este ensaio também consegue identificar se revestimentos argamassados foram feitos com pouca resina e muita areia; nestes casos, o ensaio sempre romperá no meio do revestimento (ANAPRE CR 003/2011).

2.8 Principais Patologias na Aplicação do Rad

2.8.1 Bolhas no Revestimento

Ocorre pelo descolamento do substrato de concreto do RAD, iniciando por uma protuberância parecendo bolhas e com o tempo se ampliando até se romper, expondo o concreto (FIG. 6). Muitas são as causas em que pesem que os maiores argumentos para este tipo de patologia sejam relacionados com umidade reversa (conforme comentado no item 2.7.1 último parágrafo), mas esta patologia está também relacionada principalmente à falha na especificação de projeto de aplicação de RAD, que não considerou características construtivas específicas do piso, presença de agentes contaminantes, como óleos, produtos químicos variados e do próprio revestimento, em decorrência de falhas durante a catálise dos materiais, erros de dosagem, falhas dos produtos e aplicações feitas sem respeitar os tempos mínimos entre as camadas gerando um produto final abaixo das expectativas ocorrendo desgaste prematuro dos pisos, falhas no acabamento, destacamento por completo de grandes camadas do piso. O engenheiro Eduardo Tartuce, diretor da *MixDesign*, em artigo (REVISTA TÉCNICA, 2013), comenta que além disto, nem sempre é especificada a melhor solução:

em alguns casos, o executor especifica o que é melhor para ele e não necessariamente o que é melhor para a obra, por isso é importante contar com uma consultoria técnica capacitada que tome a decisão ou valide a escolha do produto (REVISTA TÉCNICA, 2013, p. 38).

FIGURA 6 – Piso com perda do revestimento devido ao surgimento de bolhas



2.9 Recuperação do Piso pela Técnica de Polimento

Técnica muito utilizada por arquitetos na atualidade em construções de residências e centros comerciais na busca de piso de concretos aparentes ou coloridos com níveis de polimentos espelhados, mas há muito é empregado na recuperação de pisos envelhecidos e desgastados, casos em que a superfície de concreto se apresenta áspera advinda do processo erosão, delaminação, porosidade ocasionada pela exsudação, falta de vibração adequada, ou como resultado do desgaste pelo próprio uso. O polimento visa reconduzir a superfície de concreto à sua textura original, lisa e sem partículas soltas, ou até atingir um nível de polimento superior ao original.

As formas de polimentos apropriadas a um piso industrial, seria o uso de lixadeiras portáteis com discos de diamantes, ou ainda, para grandes superfícies, através de recurso a máquinas de polir:

O polimento do concreto exige pleno conhecimento da tecnologia, já que existe a necessidade de utilização de equipamentos apropriados e mão-de-obra especializada, além de requerer cuidados especiais relativos à proteção ambiental e dos operários, pois implica sempre elevados graus de poluição sonora e atmosférica (grande formação de pó) (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 107).

A técnica de polimento de piso com patologia como as fissuras, o esborcinamento, delaminação, deverá ser empregada combinada conjuntamente com o tratamento de cada tipo de patologia, usando materiais de base cimentícias, resinados e poliméricos, para recuperação, observando o padrão estético proposto e evitando desníveis em piso velho e os materiais aplicados. Estes processos de recuperação, em particular, por um lado, promove um alisamento e um custo relativamente baixo, mas apresenta como desvantagens a dificuldade em manter um padrão constante de remoção da camada do concreto principalmente se o piso tiver áreas com maior o menor grau de desgaste, comprometendo a sua planicidade. Também como desvantagem o processo de polimento pode deixar à vista o agregado graúdo podendo não ser o esperado pelo usuário.

para o tratamento da delaminação do piso, podem ser aplicadas argamassas poliméricas (espessuras de 3 mm a 6 mm) ou cimentícias modificadas com polímeros (espessuras acima de 8 mm). O reparo exige o recorte da área danificada e a regularização da superfície, de modo a garantir a espessura mínima para o material que será empregado. O próximo passo é a aplicação de um primer - especificado pelo fabricante do produto, caso haja necessidade - e, em seguida, da argamassa. No caso das argamassas epoxídicas, após a cura do produto, é possível fazer o lixamento da superfície (REVISTA TÉCNICA, 2013, p. 39).

Uma combinação razoável entre recuperação das patologias mencionados e a busca de um melhor apelo visual de acabamento, seria a aplicação de um pintura de cobertura proporcionando um padrão estético com uma economia de investimento.

Outra boa solução, seria o uso da técnica de polimento aliada à aplicação de uma nova superfície de revestimento, esta superfície ira corrigir as imperfeições do piso, e a politriz cuidará do alisamento deste revestimento aplicado:

já problemas com a abrasão exigem a aplicação de um bom endurecedor químico, precedida de uma limpeza enérgica com escovas abrasivas. Em seguida, deve-se aplicar novamente o endurecedor, garantindo o fechamento da porosidade superficial. Casos mais severos podem ser tratados pelo processo de lapidação com ferramentas diamantadas (até grana 3.000) (REVISTA TÉCNICA, 2013, p. 39).

2.10 Materiais pré-fabricados no Emprego de Recuperação de Pisos

Um grande avanço no emprego para recuperação de pisos são os materiais pré-fabricados, pois são numerosos no mercado e com diversas alternativas para se combater uma mesma patologia. Destacam-se as argamassas de base cimentícia combinadas com minerais e resinas plásticas combinadas com minerais (epóxi, poliuretano, uretano).

2.10.1 *Primers*

São materiais adesivos usados como ponte de aderência entre elementos estruturais também indicados para combate a fissuras, tamponamentos de porosidades e ponte de aderência entre um revestimento a um piso de concreto. São diversos os adesivos no mercado, como os base epóxi, pva, acrílico, para efeito de recuperação de piso os mais usados são os adesivos base epóxi:

Os adesivos de base epóxi são polímeros fornecidos em dois componentes: monômero e catalisador. Após a mistura dos dois componentes, o material permanece viscoso durante um certo tempo, denominado "*pot-life*"⁹, depois endurece e se solidifica, adquirindo então elevada resistência mecânica. A mistura dos componentes deve ser feita com um agitador mecânico ou manual, tomando-se cuidado para que seja bem feita e homogênea (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 103).

Dentre as categorias de *primer* dois tipos se destacam:

Primers para concretos úmidos, indicados para pisos recém-lançados e pisos com elevada umidade sendo:

aplicado após 24 horas da cura do concreto e permite a aplicação do revestimento após oito horas. Também é ideal para recuperação de pisos úmidos em indústrias que trabalham com processo produtivo molhado ou com uso constante de água na limpeza e desinfecção de suas linhas de produção (REVISTA TÉCNICA, 2013, p. 40).

Primers base epóxi concreto seco, indicados para recuperação de pisos problemáticos. Sendo usados para tamponamento das porosidades e atuam como ponte de aderência para a aplicação de um revestimento resinado (REVISTA TÉCNICA, 2013).

2.10.2 Revestimento

Existem, no mercado, diversos tipos de revestimento tendo como base materiais resinados plásticos como o epóxi, uretano, poliuretano e os materiais cimentícios, combinados com resinas e agregados, em que pese a gama de fabricante e as diversas derivações de produtos desenvolvidos. A seguir, um resumo das principais argamassas disponibilizadas e suas características mais importantes.

⁹ Tempo de máximo que a mistura pode ser manipulada.

2.10.2.1 Epóxi Argamassado ou Autonivelante

Epóxi argamassado é composto de resina plástica aplicada em pisos industriais e comerciais e tem um padrão estético muito aceito no mercado:

produto à base de resina plástica especialmente formulada com adição de carga mineral de quartzo de granulometria selecionada conforme o emprego. Deve ser misturado mecanicamente para que se obtenha uma argamassa de consistência fluida e autonivelante (REVISTA TÉCNNE, 2013, p. 40).

São as chamadas argamassas de polímeros, que são produtos obtidos com agregados miúdos e um ligante polimérico. Excelente material a ser empregado em recuperar e reparar falhas em estruturas. Este tipo de argamassado, normalmente é disponibilizado em separado e é misturado no local da obra, como tem um tempo de cura relativamente rápido deve-se ter cuidado com a preparação dosando a mistura com o ritmo da aplicação como orientação:

1) adiciona-se o catalisador à resina, misturando-se os componentes, pás mecânicas de baixa velocidade, de forma a evitar a incorporação de bolhas de ar; 2) transfere-se a resina misturada com o catalisador para um tambor, acrescentando-se então a areia de quartzo. A mistura já poderá, assim, ser feita manualmente ou com equipamento apropriado; 3) logo após esta segunda mistura estar pronta, o produto assim obtido deve ser lançado e espalhado na região do reparo, sendo fundamental a observância do "*pot-life*" especificado (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 102).

Pode ser executada com primer de ancoragem e com aspersão de agregado miúdo, impermeabilizando e corrigindo irregularidades como pequenos buracos e deformações como também com revestimento sobre o pavimento de concreto com elevadas resistências mecânicas, capaz de suportar trânsito pesado com alta intensidade. Indicado para todo tipo de indústria, almoxarifados, áreas de armazenagem e expedição com alta solicitação química e mecânica, e pisos de concreto com rugosidade superficial. “Apresenta tempo de cura de 24 horas e rendimento médio de aproximadamente 8 kg/m² a 9 kg/m² para pisos de 4 mm de espessura” (REVISTA TÉCNNE, 2013, p. 40).

2.10.2.2 Uretano

O uretano é uma argamassa de alto desempenho para pisos à base de resina uretânica vegetal de alto desempenho para pisos industriais de concreto, normalmente é constituído de três componentes agregados pré-selecionados, é monolítico (sem juntas), higiênico, com alta resistência ao impacto, abrasão a diversos produtos químicos, normalmente é constituído de

três componentes agregados pré-selecionados, pode ser aplicado com espessura de 4mm a 9mm. Seu acabamento pode ser liso ou antiderrapante.

possui alta resistência mecânica, química e a variações térmicas e excelente resistência a sangue, gordura, leite e derivados. Com resistências elevadas a impactos e a choques térmicos, o produto é indicado sobretudo para recuperação de áreas industriais, sujeitas a quedas de ferramentas e peças, e para indústrias alimentícias, onde a limpeza dos pisos e a esterilização do ambiente geralmente é feita com água quente ou vapor (REVISTA TÉCNICA, 2013, p. 40).

2.10.2.3 Poliuretano

Componente de base de resina poliuretânica com adição de solvente, aplicado como revestimento no sistema de pintura asfáltica com alta resistência à luz solar. Proporciona um bom aspecto visual, além de ter alta resistência química, física, abrasiva e um comportamento resiliente (flexibilidade moderada) (REVISTA TÉCNICA, 2013).

2.10.2.4 MMA

Com um tempo de cura de muito curto de apenas duas horas para qualquer tipo de trânsito ou utilização, pode ser aplicado em temperaturas extremas (até -25°C). A rapidez de cura também pode ser limitante para aplicação em grandes panos de piso, apresenta alta resistência química como sangue (REVISTA TÉCNICA, 2013).

4.10.2.5 Poliaspárticos

Tem como principal característica uma alta dureza superficial, boa flexibilidade e baixíssimas quantidades de solventes na sua composição. Além disto alta resistência a raios ultravioleta, cura rápida e tem característica autonivelante, que facilita a execução. Indicado para pisos industriais e decorativos que exijam desempenho mecânico e liberação rápida da área (a partir de quatro horas) (REVISTA TÉCNICA, 2013).

2.10.2.5 Microcimento

Trata de um sistema de injeção de calda coloidal de microcimento. O processo atua de várias formas: dá suporte, minimiza ou estabiliza a movimentação dos recalques, assegura rigidez das placas, possibilita a colmatação de fissuras de superfície e interrompe os bombeamentos, sendo possível realizar o tratamento superficial de áreas desgastadas com o

emprego de microrrevestimentos cimentícios. Podendo ser de acordo com a fluidez micropintura, microcapa e calda coloidal de microcimento (REVISTA TÉCNICA, 2010).

3 CONCLUSÃO

Dentre os diversos problemas que fazem parte da rotina de manutenção de indústrias manter um piso em condições de uso destaca-se como um dos maiores desafios.

A recuperação de um piso industrial parte de uma boa investigação, das condições de projeto, como foi executado e como está sendo usado. Em muitos casos, estas informações se perdem no decorrer do tempo, principalmente as condições de projeto, tornando-se importante o conhecimento das patologias apresentadas por um piso industrial. Saber identificar patologias como delaminação, fissuras, trincas, esborcinamento, desgaste por abrasão ou baixa resistência à compressão, corrosão da armadura é fundamental. O que levou a estas patologias e o conhecimento dos meios causais destas patologias dará suporte para a tomada de decisão de qual será a melhor alternativa a ser empregada.

O conhecimento das técnicas disponíveis para recuperação destas patologias, começa desde os materiais a serem empregados até formas de executar estas recuperações. favorecendo assertiva na escolha do material correto, o planejamento de custos, planejamento de aquisições e tempo de intervenção.

Para recuperação de um piso industrial deve-se, após o levantamento, analisar as condições deste piso, levando em consideração fatores como a umidade do piso, condições patológicas como exemplos as fissuras trincas e esborcinamento. Desta avaliação será tomada a decisão da melhor técnica e material a ser empregado. Os materiais com base em resinas plásticas têm propriedades de alta adesividade, resistência química principalmente a ácidos, e à compressão como pontos fortes, mas são altamente sensíveis à umidade. Já os materiais de base cimentícias têm uma maior tolerância à umidade, mas tem baixa resistência química.

Para um piso em que se fará recuperação das patologias e em seguida aplicar um Revestimento de Alto Desempenho, deve-se atentar para as mesmas observações acima, acrescentando para os limites normatizados para resistências mínimas requeridas de compressão que é de 25 Mpa e para tração de 2,5 Mpa, casos contrário uma alternativa seria o polimento diamantado.

E por último, a recuperação de um piso bem executada pode dar sobrevida a este piso com resultados extremamente positivos podendo ainda incorporar a ele propriedades que ele não dispunha na época de sua execução. Uma das alternativas de melhorias das propriedades do piso vem do conhecimento das técnicas de aplicação de revestimento de alto desempenho os RAD e o polimento de um piso. Estes conhecimentos darão suporte ao engenheiro civil na alternativas para recuperação de um piso industrial, resultados melhores, até mesmo quando

se pensa em casos extremos de remoção e reconstrução de um piso, mas principalmente evitará prejuízos decorrentes de intervalos muito grandes de paralisação de seu processo produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTO. São Paulo, **Boletim Técnico**. CR 001/2011.

_____. São Paulo, **Boletim Técnico**. CR 002/2011.

_____. São Paulo, **Boletim Técnico**. CR 003/2011.

CICHINELLI, 2011, **Execução de pisos industriais de concreto**, nº 117, p. 2. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliario/117/artigo212643-1.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2013

GUERRA, 2012. **Curva de Abrams**: Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAf74EAH/curva-abrams>>. Acesso, em: 08 set. 2013.

REVISTA TÉCNICA, São Paulo: Pini. 2013, Nº 193.

RODRIGUES. P.; **Manual de pisos industriais**: fibras de aço e protendido. São Paulo: Pini, 2010.148 p.

RODRIGUES. P.; SILVIA, B. M.; GASPARETTO, E. W. **Manual Gerdau de pisos industriais**. São Paulo: Pini, 2006.116 p..

SERVIÇO DE INSPEÇÃO FEDERAL. **Instrução Normativa nº 4**, 2007.

_____. **Instrução Normativa nº 210**, 1998.

SOUZA. V.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas**. São Paulo: Pini, 1998. 260 p.