

EXECUÇÃO DE PISO INDUSTRIAL EM UMA FABRICA NA CIDADE DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

Filipe de Queiroz Paiva

Filipe_queiroz@live.com

Inaldo José Minervino da Silva

Inaldoifpe@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar as etapas do processo de execução de um piso de concreto, cujo uso é para fins industriais, em uma obra situada no município de Vitória de Santo Antão. Trata-se de um complexo industrial do ramo alimentício, com investimento inicial de 100 milhões de reais. Foram realizadas visitas a obra citada, onde foram feitas entrevistas com o corpo técnico buscando entender melhor como foram efetuadas as etapas de execução, para melhor análise do caso. Os pisos industriais são elementos que estão continuamente apoiados e apresentam dimensionamento para suportar cargas diferenciais quanto à intensidade e forma de atuação. Atendendo às variadas situações de carregamentos a que são impostos, podem ser executados sobre diferentes aspectos estruturais e funcionais, na obra supracitada encontra-se uma diversidade de máquinas e equipamentos pertencentes a uma enorme linha de produção.

A fim de que ocorra bons resultados na execução de um piso de alto desempenho, é necessário que exista a elaboração de projeto, começando pela preparação do terreno até a camada final destinada a exposição que será submetida. É essencial que a construtora, principal responsável pelo sucesso da execução do pavimento rígido, crie ferramentas que definam os responsáveis e o método de controle para cada etapa da execução, inclusive etapas de planejamento que são as mais importantes.

Palavras-chave: Execução Pavimento de Concreto. Obras Industriais. Pisos Industriais.

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the stages of the execution process of a concrete floor whose use is for industrial purposes in a work located in the municipality of Vitória de Santo Antão. It is an industrial complex of food manufacturing, with initial investment of 100 million reais. Visits were made to the cited work, where interviews were conducted with the technical staff seeking to better understand how the execution stages were performed, for a better analysis of the case. Industrial floors are elements that are continuously supported and have

dimensioning to withstand differential loads as to the intensity and form of performance. Given the various situations of shipments to which they are imposed, they can be executed on different structural and functional aspects, in the aforementioned work there is a diversity of machines and equipments belonging to a huge production line .

In order to make good results in the execution of a high performance floor, it is necessary that there is the elaboration of the project, starting from the preparation of the terrain to the final layer destined to the exhibition that will be submitted. It is essential that the construction company, primarily responsible for the successful execution of the rigid pavement, creates tools that define the responsible and control method for each stage of execution, including planning steps that are the most important.

Keywords: Execution of Concrete Floor. Industrial Projects. Industrial Flooring.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Rodrigues *et. al.* (2015), no Brasil, a partir da década de 1990 ocorreu um expressivo aumento nas exigências da qualidade dos pisos industriais, inclusive relativos a projeto. Costumava-se dimensionar os pavimentos industriais com base somente nos critérios da PCA – *Portland Cement Association*. Essa solicitação de qualidade tem incentivado estudos mais aprofundados sobre o tema. A grande popularidade desse método deve-se a ênfase que foi dada pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), e se popularizou com os trabalhos divulgados em simpósios e cursos promovidos por aquela instituição.

Conforme Rodrigues *et. al.* (2006b), os pisos e pavimentos de concreto têm experimentado no Brasil, principalmente na década de 1990, importante evolução tecnológica nos processos de dimensionamento e execução das obras, que foi impulsionada pelas novas exigências do mercado de construção civil, pelas

necessidades das empresas de sistema logístico e armazenagem, incluindo armazenagem frigorificada, de distribuição e produção, empreendimentos industriais ou comerciais, além das pavimentações urbanas e rodoviárias.

Rodrigues *et. al.* (2015), continua relatando que a partir de 1995 começam a surgir novas tendências de dimensionamento, agora oriundas da Europa (*The Concrete Society* 1994). Os fatores que diferem o estudo das duas escolas – a europeia e a norte americana – residem fundamentalmente no fato da primeira focar pavimentos reforçados, cujos métodos consideram o comportamento plástico dos materiais na ruptura, como os que empregam telas soldadas, fibras de alto modulo ou protensão, enquanto a americana trabalha essencialmente com concreto simples. O Brasil vem trilhando e adaptando as suas necessidades o caminho da escola europeia e o grande avanço das técnicas de dimensionamento dos pavimentos estruturalmente armados

contribuíram para selar essa tendência.

Segundo a ANAPRE, Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho (2009):

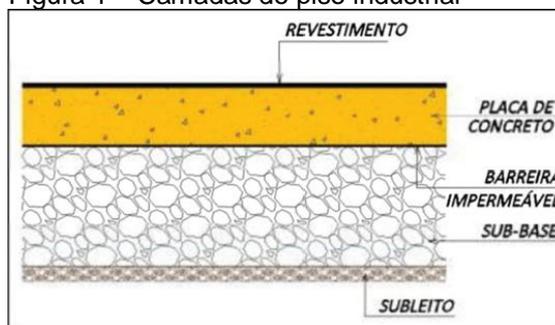
“Se por um lado a expansão do setor foi um fato relevante, por outro, surgiram muitos aplicadores e fabricantes de pequeno porte, porém com visão limitada, que enxergaram naquele momento a oportunidade de explorar uma parcela dos negócios em andamento. Com a falta de normas e de critérios apropriados para a fabricação e aplicação de revestimentos e o pequeno conhecimento dos clientes sobre o tema, o setor começou a ficar com sua reputação em risco, uma vez que obras de revestimentos executadas com produtos inadequados e aplicação incorreta tiveram a ocorrência de patologias, projetando uma imagem negativa para todo o segmento.”

Segundo Tavares e Lima (2018), os pisos nas indústrias são considerados partes integrantes de todo o processo de produção. Há uma interação direta com o fluxo de pessoas e equipamentos, atuando como verdadeiras ferramentas no apoio à movimentação. Em muitos locais, entram em contato todos os dias com máquinas, arraste e rolar de cargas pesadas e em algumas ocasiões ainda sofrem com ataques de produtos químicos. Apesar de ser feito de concreto, um material bastante utilizado há tantos anos, nota-se que só nos dias atuais as empresas estão optando mais por este tipo de serviço, pois, apesar de terem um custo um pouco mais elevado, o fato de possuírem uma resistência maior

gerando mais durabilidade, dispor de baixo custo de manutenção e contar com uma facilidade na hora da limpeza, chama atenção das empresas.

Senefonte (2007), salienta que os pisos industriais são elementos que estão continuamente apoiados e apresentam dimensionamento para suportar cargas diferenciais quanto à intensidade e forma de atuação. O piso industrial é composto por diversas camadas (figura 1).

Figura 1 – Camadas do piso industrial



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

Segundo Rodrigues *et. al.* (2006b), sendo o piso industrial uma estrutura de espessura relativamente fina e apoiada diretamente no **Subleito**, o solo deste subleito deverá ser bem conhecido e estudado, tomando como base conceitos de engenharia de pavimentação e de fundações. O aludido autor em seguida explana sobre a camada estrutural intermediária entre as placas de concreto e o subleito, que é formada pelo terreno natural ou por solo melhorado, devidamente compactado e são de importância primordial ao desempenho do piso, o qual trata-se da **Sub-Base**.

Segundo a ANAPRE (2009), para combater a umidade ascendente do solo ou proteger o pavimento que irá receber camadas de revestimentos

especiais, são utilizadas camadas de **Barreiras de vapor** (figura 2), formadas por camadas impermeáveis, tais como lonas plásticas ou imprimações impermeabilizantes são geralmente empregadas quando o projeto prevê aplicação de RAD (Revestimento de Alto Desempenho) ou quando o local apresenta problemas crônicos oriundos de umidade ascendente. De fato, a única garantia de não ocorrência de patologias decorrentes de umidade, tais como bolhas, é a presença deste componente, mas a sua adoção deveria ser generalizada por proteger o próprio concreto.

Figura 2 – Barreiras de vapor



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

Rodrigues *et. al.* (2006a), afirma que a **Placa De Concreto** precisa acomodar uma série de deformações, quer de origem térmica como hidráulica e quando é muito rígida acaba tendo baixa relaxação diminuindo a capacidade do concreto em absorver movimentações e dissipar tensões. As placas de concreto são os elementos estruturais de maior importância. Trata-se da camada que recebe e absorve todas as cargas e tem a responsabilidade de transmiti-las à sub-base e ao subleito, de modo que esta trabalhe sempre no regime elástico.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar as etapas do processo de execução de um piso de concreto cujo uso é para fins industriais em uma obra situada no município de Vitória de Santo Antão.

2 METODOLOGIA

Visando atender o objetivo deste trabalho, foram feitas revisões bibliográficas através de artigos científicos, teses, dissertações, livros, pesquisas na internet e consultas a profissionais com experiências na execução de pisos industriais de concreto armado.

Visitas foram realizadas na obra mencionada, onde foram feitas entrevistas com o corpo técnico buscando entender melhor como foi efetuada as etapas de execução, para uma melhor análise do caso.

Paralelamente aos procedimentos já citados, foi adquirido o projeto de execução, facilitando o comparativo entre projeto, execução e as recomendações normativas que foram pesquisadas nas revisões bibliográficas.

3 RESULTADOS E DISCUSSOES

A ANAPRE (2009), define pisos industriais como sendo o elemento estrutural com finalidade de resistir e distribuir os esforços verticais proveniente dos carregamentos ao subleito de forma equilibrada. Elemento estrutural composto por diversas camadas superpostas, compostas por materiais bastantes distintos. Considerado como elemento de grande importância para logística de operação das empresas, visto que é sobre ele que as atividades produtivas se realizam, proporcionando movimentação de cargas e equipamentos, além de

resistir aos esforços mecânicos, químicos e biológicos.

Senefonte (2007), ainda salienta que os pisos industriais atendem às variadas situações de carregamentos a que são impostos, podendo ser executados sobre diferentes aspectos estruturais e funcionais.

A fim de que ocorra bons resultados na execução de um piso de alto desempenho, é necessário que exista a elaboração de projeto, começando pela preparação do terreno até a camada final destinada a exposição que será submetida.

A Projetos Trima Engenharia e Consultoria foi a responsável pela elaboração do projeto no ano de 2012, onde foram observadas várias informações, como preparo do solo, características do concreto, dimensionamento das armaduras, juntas de dilatação, tratamento superficial, processo de cura e controle tecnológico.

A Rio Verde engenharia e construções LTDA, empreendedora responsável pela execução da obra no ano de 2014, atendeu a demanda pela utilização de mão de obra especializada que se faz estritamente necessária para que as etapas descritas em projeto sejam executadas de maneira correta. Em conjunto com a mão de obra especializada, equipamentos e materiais de qualidade.

Segundo Rodrigues *et. al.* (2006b), atualmente o Brasil é um dos países líderes no dimensionamento de pavimentos, pois possui domínio da evolução tecnológica dos materiais e alto grau de especialização dos profissionais das áreas de projeto e execução.

3.1 Execução do subleito

Segundo Rodrigues *et. al.* (2006b), a primeira consideração que deve ser feita diante dos estudos geotécnicos, são que estes devem estar disponíveis para o projetista, dando a ele condições seguras para elaboração do projeto.

Seguindo as premissas de projeto, a execução ocorreu conforme memorial descritivo, ocorrendo em etapas, onde foi iniciado pelo subleito, com as condições do solo atendendo as solicitações de estudo geotécnico, condição confirmada pelo profissional de geotecnia.

Nos locais que existiram corpo de aterro, houve compactação em camadas de 20 cm e grau de compactação de 95% do Proctor Normal e as últimas 3 camadas (total de 60 cm) com grau de compactação mínimo de 100% do Proctor Normal.

Onde houve corte, o subleito foi rebaixado 40 cm a mais, com compactação no fundo da caixa a 100% do Proctor Normal.

Posteriormente foi executado o reaterro em duas camadas de 20 cm, compactadas a 100% do Proctor Normal. Através de ensaios, foi confirmado que todo o material utilizado nos últimos 60 cm do subleito, teve seu CBR (O ensaio de Capacidade de Suporte Califórnia) mínimo de 30% e expansibilidade máxima de 1%.

Todo o solo orgânico (restos vegetais, turfa, etc.) ou entulho foi removido e substituído por solo de boa qualidade, seguindo as especificações de um corpo de aterro já citado neste subitem, atendendo as especificações em projeto. O subleito teve seu grau de compactação ensaiado

obrigatoriamente em no máximo 500 m².

3.2 Execução da sub-base

Pitta (1987), afirma que as sub-bases têm como funções fundamentais: eliminar a possibilidade da ocorrência do bombeamento de solos finos plásticos, evitar variações excessivas do material do subleito, uniformizar todo o comportamento mecânico da fundação ao longo do piso e funcionar como incremento na transferência de carga nas juntas.

Foi utilizado uma sub-base de brita graduada (CBR não inferior a 100%) compactada a 100% do Proctor Modificado (verificado no máximo a cada 500 m²). Brita graduada faixa C do DNIT, segundo a norma do DNIT 001/2009 – PRO. Tomou-se o cuidado de sempre deixar maior espessura de material solto de modo a garantir a a cota de compactação mínima em projeto. A execução do piso só foi iniciada com a constatação que essa etapa e a anterior (subleito) atendiam os resultados de ensaios de campo.

3.3 Assentamento de fôrmas

Segundo Rodrigues (2015), as formas devem possuir aberturas que permitam o posicionamento adequado das barras de transferência, cuja tolerância de inserção é ± 25 mm no plano horizontal e $\pm 12,5$ mm no vertical e o diâmetro desses furos deve ser tal que permita a retirada das formas sem que haja interferência com as barras de transferência (figura 3).

Figura 3 – Barras de transferência



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

O assentamento de fôrmas (figura 4) foi executado em sua maioria com auxílio de nível óptico (mais preciso). Com ajuda do aparelho foi conferido o nivelamento da sub-base de modo a garantir a espessura compactada mínima especificada. As espessuras indicadas no projeto foram as mínimas admissíveis, que se encontram entre 15 e 17 cm, com tolerância de ± 2 cm.

Figura 4 – Assentamento de fôrmas



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

3.4 Especificações do concreto

Considerando o pavimento como uma estrutura, o controle da resistência do concreto é estabelecido

pela NBR 6118:2014 - Projeto e Execução de obras de concreto armado (RODRIGUES, 2006b).

O concreto utilizado foi dosado de modo a atender os seguintes requisitos mínimos: resistência característica (projeto) à tração na flexão, aos 28 dias, igual a 4,5 MPa; Resistência característica à compressão, aos 28 dias, igual a 35 MPa; Cimento utilizado foi o CP II; relação água/cimento de no máximo 0,50; consumo mínimo de cimento de 350 kg / m³; Consumo mínimo de 185 litros / m³; teor de argamassa (em volume) entre 48% e 52%; Teor de ar incorporado (ar total) menor que 3,0%; Retração máxima aos 56 dias de 400 micro milímetros por metro; Exsudação entre 1 e 4%; Granulometria contínua dos agregados; Abatimento de lançamento de 90 ± 10mm; Tempo para início das operações de acabamento superficial entre 4 e 5 horas.

3.5 Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto

Conforme recomendação do projetista, o concreto foi fornecido de forma contínua (figura 5), evitando assim surgimento de juntas frias ou emendas de acabamento. Houve também proteção das placas de concreto contra a incidência direta de intempéries, uma vez que a execução só ocorreu após o implemento da cobertura e fechamento lateral da área a ser concretada. A única região não isolada por fechamento lateral foi a referente a doca.

Lonas foram alocadas para proteção das placas contra incidência direta do sol e ventos. Nas áreas onde existia incidência de sol, a concretagem sempre foi iniciada após às 16 h. O adensamento (figura 6 e 7)

foi realizado com a utilização de um vibrador superficial através de régua vibratória manual. No acabamento superficial (figura 8) foi utilizado um liso-espelhado no piso interno e camurçado na área externa, atendendo a solicitação da empresa contratante.

Figura 5 – Lançamento e espalhamento de concreto



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

Figura 6 – Adensamento do concreto



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

Figura 7 – Adensamento do concreto



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

Figura 8 – Utilização de nível a laser



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

Figura 8 – Acabamento superficial



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

3.7 Cura do concreto e tratamento superficial

A cura do concreto foi realizada, mantendo-se a superfície do piso saturada pelo período mínimo de 7 dias.

Para melhoria das propriedades da superfície do concreto, após 21 dias da execução do piso, foi aplicado endurecedor químico a base de fluorsilicato.

3.8 Execução de juntas

Segundo Rodrigues *et. al.* (2006b), a juntas devem obedecer aos seguintes requisitos mínimos:

Barras de Transferência: a variação do posicionamento entre elas não deve ultrapassar 25 mm; no plano médio da placa de concreto a tolerância poderá ser de ± 7 mm. O ponto médio da barra de transferência deve estar no máximo a 10 mm da junta.

Juntas Construtivas: o alinhamento não deve variar mais do que 10 mm ao longo de 3 metros.

Juntas Serradas: a profundidade do corte não deve variar mais que 5 mm com relação ao determinado em projeto.

3.6 Planicidade e nivelamento

Na execução do piso interno foi garantido os seguintes parâmetros mínimos: Índice de planicidade (FF) maior que 45 / 35 (valor médio / valor mínimo local); Índice de nivelamento (FL) maior que 30 / 20 (valor médio / valor mínimo local); A medição (figura 7) da planicidade e nivelamento do piso foi realizada com base na norma ASTM E1155/96, por empresa certificada pela *Face Company*.

O FF é o índice de planicidade “*flatness*”, que define a máxima curvatura permitida no piso e, o FL é índice de nivelamento “*levelness*”.

Todas as juntas longitudinais e transversais foram executadas conforme posições indicadas em projeto e requisitos citados no Manual Gerdau.

As juntas localizadas nos corredores principais de tráfego foram reforçadas com argamassa de epóxi (lábio polimérico). As demais juntas (serradas ou construtivas) foram tratadas inicialmente com mastique de poliuretano. Nos pavimentos externos todas as juntas foram tratadas com selante de poliuretano modificado com betume.

3.9 Liberação de uso

Os pisos só foram liberados após período mínimo de 21 dias após o termino das concretagens ou quando a resistência atingiu a especificada em projeto.

3.10 Controle tecnológico

Os seguintes procedimentos foram adotados para controle tecnológico:

Determinação de abatimento (*slump*) em amostragem total de acordo com a norma NBR 12655:2015 (ensaiar todos os caminhões), de acordo com a figura 9.

Resistência a compressão, moldas de 3 corpos de provas de todos os caminhões, para rompimento de 1 CP (corpo de prova) com 7 dias e com 28 dias.

Para determinação da resistência à tração na flexão, moldar 2 CP's de 3 caminhões por dia (amostragem parcial) para rompimentos aos 28 dias.

Figura 9 – Ensaio de abatimento



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

3.11 Elemento divergente do manual IBTS

Na obra em questão, o item placa teste (figura 10) foi incorporado ao resultado final, perdendo o conceito de teste (simulação).

Segundo Rodrigues (2015), é recomendado a execução de uma placa teste, para simular em uma área reduzida com relação à execução do piso. Este procedimento tem o objetivo de aferir as eventuais dificuldades que possam ocorrer durante as operações de execução e otimizar o processo executivo de forma a garantir a qualidade esperada para a estrutura do pavimento, e também reduzir os riscos de ocorrência de manifestações patológicas.

Figura 10 – Execução de Placa teste



Fonte: Rio Verde Engenharia e Construções, 2014

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS/ CONCLUSÕES

No projeto referente a obra em questão, foi recomendado a realização de uma placa-teste com área de 20 m² a 40 m², para verificação dos procedimentos executivos e do comportamento do concreto no que se refere a uniformidade, exsudação e qualidade do acabamento, colocando todos a par de suas responsabilidades, de forma a esclarecer problemas que podem acontecer durante a real execução do piso. Essa etapa não deveria ter sido incorporada a estrutura final, mas devido a sua execução e resultado terem sido satisfatórios, a mesma foi acoplada ao produto final, de forma equivocada.

É evidente que existe uma grande complexidade em torno da coordenação na execução de um piso industrial, pois estão envolvidos, em geral, projetistas, executores, concreteiras, construtoras e os contratantes. Em alguns casos ainda existem as fiscalizadoras que têm o papel de representar o cliente final perante a construtora.

Para obtenção de um produto final com qualidade em todos aspectos, é necessário que os envolvidos trabalhem em conjunto sem pensar apenas nos interesses econômicos, também precisa-se valorizar a técnica e as boas práticas construtivas.

Pode-se perceber que a execução do piso de concreto não tem alto grau de complexidade no que diz respeito a técnicas construtivas, todavia existe uma série de detalhes que devem ser observados e verificados para garantir a correta execução do piso industrial.

Por esse motivo é essencial que a construtora, principal responsável pelo sucesso da execução do pavimento rígido, crie ferramentas que definam os responsáveis e o método de controle para cada etapa de execução, inclusive etapas de planejamento que são as mais importantes.

REFERENCIAS

ANAPRE – Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho: **3º Seminário de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho**. São Paulo, 2009.

ASTM – American Society for Testing Materials. ASTM E1155 – 87 – **Standard Method of Determining F_F Floors Flatness and F_L Floor Levelness Numbers**. In: Annual Book of ASTM Standards, 1996

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** – Projetos de Estruturas de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655** – Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

DNIT – **Elaboração e apresentação de normas do DNIT procedimento**. Publicação 001/2009 PRO. Departamento nacional de infraestrutura de transportes, 2009.

PITTA, M. R.: **Projeto de Sub-bases para Pavimentos de Concreto**, ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, ET 29, São Paulo, 1987.

Projetos Trima Engenharia e **Consultoria** – Revisão 01, 2012.

Rio Verde engenharia e construções LTDA. **Construtora**, 2014

RODRIGUES, P. P. F.: **Projetos e critérios executivos de pavimentos industriais de concreto armado** – São Paulo. Editora IBTS, 2006a. 2ª Edição.

RODRIGUES, P. P. F.; BOTACINI, S. M.; GASPARETTO, W. E.: **Manual Gerdau de pisos industriais** – São Paulo. Editora PINI, 2006b.

RODRIGUES, P. P. F.; FARIA, B. M.; SILVA, J. B. R.: **Pavimentos Industriais de Concreto Armado**, Manual IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas, São Paulo, 2015.

SENEFONTE, K. B.; BARROS, M. M. S.: **Diretrizes de Execução e controle de produção de pisos industriais de concreto protendido**. 9ª Edição, SP, 2007.

TAVARES, S. M. de V.; LIMA, E. E. P.: **Pisos Industriais: Analogia Entre o Tradicional e o Inovador**, CONTECC – Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Alagoas, 2018.

Instituto Federal de Pernambuco. Campus Recife. Curso de engenharia civil. 03 de junho de 2019(**data de submissão e aprovação do artigo**).