



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Pedro Felipe Teixeira Tolentino

**PAVIMENTOS INDUSTRIAIS COM FIBRAS METÁLICAS – Análise de viabilidade
e execução na implantação em um prédio comercial na cidade de Palmas -
Tocantins**

**Palmas – TO
2015**

Pedro Felipe Teixeira Tolentino

PAVIMENTOS INDUSTRIAIS COM FIBRAS METÁLICAS – Análise de viabilidade e execução na implantação em um prédio comercial na cidade de Palmas - Tocantins

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientada pelo Professor Especialista Miguel Negri.

**Palmas – TO
2015**

PEDRO FELIPE TEIXEIRATOLENTINO

PAVIMENTOS INDUSTRIAIS COM FIBRAS METÁLICAS – Análise de viabilidade e execução na implantação em um prédio comercial na cidade de Palmas - Tocantins

Monografia apresentada como requisito parcial da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC) do curso de Engenharia Civil, orientada pelo Professor Especialista Miguel Negri.

Aprovada em 12 de novembro de 2015.

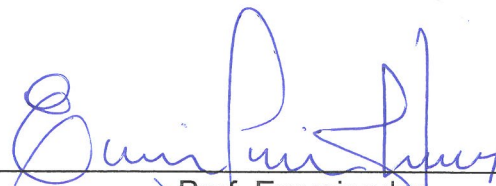
BANCA EXAMINADORA



Prof. Orientador Esp. Miguel Negri
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. Examinador
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. Examinador
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas - TO
2015

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

ΕΠΙΓΡΑΦΕ

RESUMO

TOLENTINO, Pedro Felipe Teixeira. Trabalho de Conclusão de Curso. 2015. **PAVIMENTOS INDUSTRIAIS COM FIBRAS METÁLICAS – Análise de viabilidade e execução na implantação em um prédio comercial na cidade de Palmas – Tocantins.** Curso de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas – TO. Orientador Esp. Miguel Negri.

O presente trabalho objetivou demonstrar o custo de implantação de um pavimento do tipo piso industrial em uma empresa localizada na área comercial sul de Palmas – Tocantins. O estudo consistiu na análise comparativa de duas técnicas construtivas distintas, sendo uma nos moldes convencionais e outra com a adoção do sistema dramix, que tem em sua composição o emprego de fibras de aço para áreas submetidas a cargas fixas e cargas móveis. O setor de piso industrial brasileiro apresentou crescimento significativo nas últimas décadas em face do crescimento industrial e comercial do país, resultando na conseqüente ampliação e modernização das plantas industriais por todo o Brasil, fazendo com que o setor da construção civil buscasse novos materiais e novas técnicas construtivas que pudessem atender a essa demanda com eficiência e qualidade sem que isso impactasse no custo de implantação dessa estrutura de forma que viesse a onerar expressivamente o caixa de empresas construtoras bem como dos empreendedores. Através do estudo comparativo da composição do custo dos dois sistemas avaliados o método Dramix foi o que apresentou menor valor de implantação, dessa forma se apresentando como uma opção técnica e financeiramente viável quando comparado ao sistema convencional de construção de piso industrial.

Palavras chave: Aço. Concreto. Dramix. Piso industrial. Técnica construtiva.

ABSTRACT

TOLENTINO, Pedro Felipe Teixeira. Final Project. 2015. **INDUSTRIAL FLOORS WITH METAL FIBRES-feasibility study and implementation on deployment in a commercial building in the city of Palmas-Tocantins**. Civil Engineering course. Lutheran University Center of Palmas. Palmas - TO. Advisor Esp. Miguel Negri.

The present work aimed to demonstrate the cost of deployment of a floor of the industrial floor type in a company located in the commercial area south of Palmas-Tocantins. The study consisted of the comparative analysis of two different construction techniques, one in conventional moulds and another with Dramix system adoption, which has in its composition employing steel fiber for areas subjected to fixed charges and mobile charges. The Brazilian industrial flooring industry showed significant growth in recent decades in the face of the industrial and commercial growth of the country, resulting in the subsequent expansion and modernization of industrial plants all over the Brazil, causing the civil construction industry sought new materials and new building techniques that could meet this demand with efficiency and quality without impacts in the deployment cost of this structure in a manner that would encumber expressively the business box construction companies as well the entrepreneurs. Through the comparative study of the composition of the cost of the two systems evaluated Dramix method was what showed lower value of deployment, thus performing as a technically and financially viable option when compared to the conventional system of construction of industrial floors.

Key words: Steel. Concrete. Dramix. Industrial floor. Constructive technique.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de Materias Piso com Dramix	42
Tabela 2 - Lista de Materiais Piso com Tela.....	42
Tabela 3 – Solução com tela belgo	44
Tabela 4 – Solução com Dramix	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cargas Consideradas no Projeto	33
Figura 2 - Sub-Leito.....	34
Figura 3 – Sub-base	35
Figura 4 - Lona de separação	35
Figura 5 - Faixas de concretagem.....	36
Figura 6 - Armaduras	37
Figura 7 - Concretagem	38
Figura 8 - Acabamento do Piso	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos.....	14
1.2 Justificativa	15
2 REFERENCIALTEÓRICO	17
2.1 Qualificação profissional na construção civil	17
2.2 A questão da produtividade baseada na tecnologia.....	18
2.3 Relação falha/desperdício/viabilidade.....	20
2.4 Acepções quanto aos pisos	21
2.5 Classificação dos Pavimentos Industriais	22
2.6 Classificação quanto à origem do modelo construtivo	23
2.7 Tipos de Piso	26
2.7.1 Piso de Concreto Simples.....	26
2.7.2 Piso de Concreto Armado	27
2.7.3 Piso de concreto reforçado com fibras estruturais e fibras não estruturais	28
2.7.4 Piso em concreto reforçado com fibras de aço estrutural:	28
2.8 Classificação quanto à utilização do Piso Industrial	29
2.9 Utilização de Fibras no Concreto	30
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 Características gerais	31
3.2 Considerações de Projeto	32
3.3 Etapas de execução.....	33
3.3.1 Preparo do Sub-leito	33
3.3.2 Preparo da Sub-base.....	34
3.3.3 Camada separadora do piso da sub-base	35
3.3.4 Formas de Madeira.....	36

3.3.5 Armaduras	37
3.3.6 Concretagem do piso	38
3.3.7 Acabamento superficial.....	39
3.3.8 Cura do Concreto.....	40
3.3.9 Juntas	40
4 RESULTADOS	41
4.1 Especificações dos Materiais Avaliados	42
4.2 Considerações Sobre a Técnica Utilizada	43
4.3 Comparações e Custo Benefício.....	43
4.4 Comparativos de materiais Dramix x tela belgo	44
4.4.1 Solução com tela belgo.....	44
4.4.2 Solução com dramix	45
4.5 Vantagens e Desvantagens	45
5 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXO.....	51

1 INTRODUÇÃO

A finalidade primordial deste trabalho de conclusão de curso, neste trabalho científico exposto pelo presente estudo, visa a apresentação do resultado do trabalho de campo, realizado por seu autor, em forma de pesquisa, e tem como objetivo demonstrar a viabilidade de implantação de pavimento industrial, com destaque para os elementos que compõem o sistema construtivo e a logística empregada na execução do pavimento de uma obra localizada no município de Palmas/Tocantins.

No estudo que serviu de lastro, para a referida pesquisa, procurou-se por dados específicos, sobre cada um desses componentes, suas propriedades e funções, e sua interação com os demais elementos do sistema de pavimentação e demonstrar como toda esta harmônica interação, é fundamental para produção de um pavimento industrial de qualidade ideal, com utilidade em áreas com diferentes perfis de utilização, uma vez que cada uma destas áreas, apresenta características específicas, inerentes às suas condições naturais (topográficas e de drenagem, por exemplo) urbanas e legais, bem como limitações inerentes ao manejo prévio de todos os itens supra mencionados, para a concepção do projeto.

Procedimento que permite ao engenheiro, a condição de pontuar todos os dados coletados anteriormente, a fim de propor as almejadas soluções que possam equacionar integralmente os entraves apresentados, os quais costumavam desestimular a execução de tais projetos, nos primórdios da utilização do procedimento de pavimentação industrial no Brasil, em finais dos anos cinquenta. Havendo um grande interesse de se descobrir métodos e de se desenvolver técnicas próprias, a partir da grande demanda no setor, que conheceu seu ápice com a criação de Brasília/DF.

A harmonização de fatores fundamentais, além de prover um respaldo estrutural a presente tese tem na sua utilização garantido perfeitas condições de utilização, baixo custo de manutenção e previsão de durabilidade do pavimento empregado, devido ao estudo prévio de condições e possibilidades a serem

exploradas. Fatores que devem ser considerados para os projetos de pavimentos industriais são aqueles que se posicionam em relação às questões logísticas da execução da obra em questão, embasando-se na disponibilidade de recursos materiais, tais como: os equipamentos adequados e sua pronta assistência técnica adequada, sempre disponível, interação de equipamento e seu monitoramento através de mapas e planilhas de planejamento eletrônico, qualificação de mão de obra capacitada, apta a responder às necessidades de interação corporativa, constituindo-se tais fatores, aqueles que influenciarão diretamente no custo e no prazo previsto para execução da hipotética obra, cuja, terá neste estudo científico sua viabilidade questionada na capital do estado do Tocantins.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Descrever a execução e os métodos executivos de piso de concreto armado com fibras de aço dramix para áreas de opção com carga fixa e cargas móveis em um prédio comercial em Palmas - TO.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as vantagens e desvantagens do piso reforçado com fibra de aço;
- Comparar o custo total do piso reforçado com fibra de aço com um piso com telas duplas de aço soldadas;
- Apresentar o método executivo para pisos de concreto armado reforçado com fibras de aço com uma sequência construtiva lógica levando em consideração todas as etapas;

1.2 Justificativa

Através do presente estudo, será pesquisado e ao mesmo tempo, será feito um enfoque novo, a ser pesquisado por outros profissionais da engenharia civil, sobre o sistema construtivo de piso industrial, destacando cada camada constituinte do piso, suas propriedades e funções, e aspectos de controle de qualidade na execução.

Lançando um foco sobre a noção de mercado, a organização setorial dos agentes especializados e a inserção da tecnologia no cenário nacional, definindo as tendências de aplicação deste sistema em diversas áreas e situações específicas, tendo como base o conhecimento das técnicas construtivas e dos materiais utilizados no sistema de pavimentação na atualidade. Demonstrar-se-á como os tipos de piso industrial mais usualmente empregados, na implantação de pavimentos, funcionam na prática, na execução de obras de pequeno e grande porte.

Como conseqüência natural, estudar-se-á os materiais empregados no processo construtivo dos pisos industriais, seus resultados, segundo o ponto de vista econômico e o funcional. Além de se discutir as vantagens e desvantagens da aplicação do piso industrial. Seus méritos e inadequidades. Sendo Palmas a capital mais recentemente incorporada à Federação e exatamente por este motivo, um reduto promissor de grandes oportunidades profissionais, principalmente na área de construção civil, observa-se uma grande demanda na referida área, em relação à oferta de prestação de serviços qualificados.

Com o aumento populacional paulatino mais concentrado na capital do estado, observa-se uma maior necessidade de mão de obra e firmas prestadoras

de serviços, na área de construção civil.

Consequentemente ocasiona o aumento da produção de obras, e nesse contexto aumenta o número de unidades habitacionais de caráter comercial residencial e industrial, fazendo com que o mercado careça de materiais, e de profissionais que saibam utilizá-los a contento, com a necessária perícia, destreza e experiência.

2 REFERENCIALTEÓRICO

2.1 Qualificação profissional na construção civil

O treinamento da mão-de-obra do setor da construção civil tem se colocado como o principal elemento de aperfeiçoamento da mão-de-obra empregada nos canteiros de obras. Essa preocupação surgiu a partir da percepção do perfil desses trabalhadores, que na grande maioria se formou dentro de um padrão prático sem que houvesse um aprendizado teórico ou qualificação técnica. Durante muitos anos as empresas pouco se preocupavam em investir na formação profissional dos seus contratados, o que gerou um significativo grau de inabilidade e baixo rendimento das obras brasileiras no decorrer das décadas em que o país passava pela fase de estruturação (NETO, 2008).

Segundo Neto (2008), para a construção civil o modelo de capacitação ideal que passou a ser adotado e aplicado, é o que treina os trabalhadores de forma interiorizada, por meio das atividades laborais diárias no próprio canteiro de obra. Esse padrão recebeu a denominação “*on the job*”, levando a uma melhora na formação profissional dos operários e um processo produtivo com mais eficiência.

Considerando que a mão-de-obra empregada na construção civil precisa de bons níveis de qualificação técnica, o desenvolvimento de um padrão de treinamento se faz essencial, pois é por meio dessa ação que será obtido uma maior produtividade, níveis acentuados de qualidade do produto final além de possibilitar ao trabalhador habilidades para a realização das tarefas uma única vez, minimizando ou até mesmo eliminando o desperdício de tempo de mão de obra e de equipamentos e o racionamento de materiais de construção.

O treinamento de qualquer metodologia, dentro de normas e critérios desponta como uma eficácia dentro do ramo da construção civil, de modo a reduzir a geração de serviços de baixa qualidade, ocasionando retrabalho para corrigir defeitos da construção, dos elevados índices de desperdícios e improdutividade do setor (VILLAR, 2004, p. 66).

O mercado consumidor atual tem exigido das empresas e construtoras redução de tempo, aumento nos níveis de produtividade e ganhos em qualidade nas áreas constantes dos processos construtivos. Para que as mesmas pudessem chegar a esse padrão um dos elementos que fizeram a diferença foi o emprego das tecnologias de informações disponibilizadas para o setor, que teve sua implantação inserida dentro de um padrão metodológico focado no treinamento, além da troca de informações e conhecimentos entre os envolvidos nessas ações (VILLAR, 2004).

Para Villar (2004), o treinamento da mão-de-obra da construção civil é de suma importância, para o operário e para a empresa, pois proporciona vantagens como melhoria dos padrões profissionais; maior estabilidade da mão-de-obra; aprimoramento dos produtos e serviços produzidos; maiores condições de adaptação aos avanços tecnológicos; economia de custos pela eliminação de erros na execução do trabalho; motivação; condições de competitividade mais vantajosas dada à capacidade de oferecer produtos e serviços de maior qualidade diminuição considerável dos acidentes de trabalho e do desperdício.

2.2 A questão da produtividade baseada na tecnologia

Historicamente a construção civil brasileira se caracterizou por apresentar baixos índices de produtividade quando comparado com outros países do mesmo porte ou em estágio de desenvolvimento paralelo. Em dados numéricos a produtividade brasileira nos canteiros apresenta média de 45 hh/m², quando em construções dinamarquesas esse valor é de 22 hh/ m² (PBQP, 1999).

A elevação dos índices de produtividade tem origem na soma de vários fatores combinados, podendo ser citados os equipamentos empregados, os melhoramentos técnicos, o ambiente físico, circulação da matéria-prima, eficácia da direção, utilização eficaz das unidades de produção e utilização adequada de recursos humanos qualificados.

Para Neto (2008), também ganham destaque os fatores denominados tecnicamente como ambiental, humano e tecnológico. Com base no juízo quanto à produtividade é feita a determinação das características inerentes ao desempenho do setor da construção civil, sendo então fundamental a busca por meios que possam amenizar ou até eliminar os fatores que determinam a baixa produtividade nos canteiros de obras brasileiros.

Com o interesse científico em delimitar o problema da baixa produtividade na indústria da construção civil ficou evidente a deficiência no planejamento e no gerenciamento dos projetos em decorrência de fatores como a histórica inconstância da economia brasileira, a falta de linhas de crédito para financiamento de longo prazo, deficiência na prestação dos serviços terceirizados. A soma dessas barreiras produziu um cenário gerencial improdutivo.

Os obstáculos colocados frente ao desenvolvimento do setor da construção civil brasileiro se fizeram por meio da falta de cultura objetivando a elevação da qualidade e da produtividade na execução de obras, também pelo crescente desencontro entre a capacidade da mão-de-obra atuante no setor da construção civil em relação ao que se tem como exigência dentro do processo proveniente das inovações tecnológicas (NETO, 2008).

Por muito tempo a falta de um sistema de informação confiável sobre o real desempenho de obras e serviços na construção civil além da não homologação de um documento normativo e de sistematização dos conhecimentos que agregasse ao mesmo uma organização e controle do processo, teve papel crucial na difícil tarefa de qualificar a mão-de-obra atuante, que até então era proveniente de ex-lavradores provenientes da zona rural que se estabeleceram nas cidades a partir do êxodo rural no Brasil.

O modelo atual que se tem na construção civil busca estabelecer um padrão em que a redução dos custos e o investimento na qualidade da mão de obra seja uma constante na rotina de empresas e construtoras, o que recai na necessidade de se estabelecer também um elevado padrão na etapa de planejamento e na fase de gestão do projeto, baseados principalmente no emprego de técnicas construtivas atualizadas, capacitação constante do corpo de colaboradores, cumprimento das regras trabalhistas legais.

Esse formato setorial a qual se encontra inserido o setor da construção civil demonstra que somente o investimento em novas tecnologias ou equipamentos ou

ainda em técnicas de gestão produtivo não é suficiente, devendo haver sempre a preocupação com os investimentos naqueles que diretamente aplicam todas essas inovações que são os trabalhadores. As empresas que prosperaram nas últimas décadas são as que buscaram capacitar continuamente seus trabalhadores, sendo perceptível a importância dessa preocupação para a indústria da construção civil.

Por fim, fica evidente que parte o histórico baixo desempenho da construção civil em relação a questão da produtividade está diretamente ligada ao baixo grau de escolaridade dos trabalhadores do setor, onde notadamente os profissionais com maior escolaridade apresenta melhores percepções e expectativas quanto ao desenvolvimento da indústria da construção civil e de sua própria ascensão dentro desse contexto.

2.3 Relação falha/desperdício/viabilidade

O desperdício na construção civil não deve ser encarado somente pelos materiais refugados dentro do canteiro, e sim na forma de qualquer perda durante a realização das etapas do processo construtivo. Sendo assim, qualquer forma de uso dos recursos além do necessário à produção de um determinado produto é então caracterizada como desperdício ou perda (VILLAR, 2004).

A questão da racionalidade na utilização de materiais vem sendo tema de discussão de profissionais e estudiosos do ramo, e entre todos existe o consenso sobre a necessidade de haver uma conscientização por parte dos envolvidos na indústria da construção sobre o papel dos indicadores de perdas no seu desenvolvimento. O trabalho de aferição do desempenho dos processos produtivos está diretamente ligado à identificação das reais causas dos problemas, constituindo-se num dos elementos primordiais para a melhoria da qualidade e produtividade, segundo os modernos conceitos gerenciais. No setor da construção civil a conceituação usual dada às perdas esta ligada ao desperdício de materiais, o que diretamente afeta a viabilidade técnica e financeira da obra.

Ainda nesse sentido, por perda estendem-se além dessa conceituação quaisquer ineficiências que venham a refletir no uso dos equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em volumes e valores acima daqueles projetados e dispostos

nos cronogramas. Nesse cenário, a questão da perda engloba tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (VILLAR, 2004).

Essas perdas são consequências de um processo de baixa qualidade, que tem como resultado não só uma elevação nos custos, bem como nos produtos finais que apresentarão qualidade deficiente.

2.4 Acepções quanto aos pisos

Desde o assentamento das primeiras pedras-sabão e dos paralelepípedos que pavimentaram as ruas do Brasil, em sua fase colonial, restando intactos em nosso riquíssimo patrimônio histórico arquitetônico atual, muita coisa mudou com relação a pavimentação de espaços *in door* e espaços *out door*. Principalmente com relação ao desenvolvimento do setor da construção civil e da consequente reorganização do setor industrial. E como discorre Oliveira (2003), no que diz respeito à valorização da evolução das práticas empresariais e os sistemas que integram logísticas e operacionalização: “o mercado de pavimentação industrial foi bastante solicitado, necessitando de implantação de novas tecnologias e sistemas para atender a essa demanda especificamente”.

Assim sendo, os novos padrões de tecnologia incorporados aos novos processos desenvolvidos ou empregados no detalhamento, especificação, dimensionamento e execução de sistema construtivo de piso industrial, consequentemente são submetidos a grandes avanços, alavancados pelas exigências do mercado da construção civil e pela necessidade das empresas e das indústrias de possuírem infraestrutura adequada às suas atividades produtivas e que apresentassem baixo custo de manutenção.

Essa nova realidade setorial acabou direcionando e favorecendo o surgimento de outras alianças setoriais no setor da construção civil, sempre objetivando o desenvolvimento tecnológico e aspectos de gestão da produtividade com base critérios de qualidade.

A partir desse advento, o setor de pavimentação industrial sentiu expressivo desenvolvimento nos últimos anos, principalmente a partir do final da década de 90,

em decorrência da busca constante por novas tecnologias e aprimoramento da mão de obra e pela criação de núcleos de pesquisas na área de pisos e revestimentos de alto desempenho.

Segundo ANAPRE, 2009, todas essas ações reunidas acarretaram no surgimento do Projeto de Expansão do Mercado de Pisos (PEMP), que estimulou o avanço setorial de maneira significativa. A ANAPRE, 2009 acrescenta:

No ano de 2004, foi estabelecida a Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho uma entidade em natureza comercial ou fins lucrativos que abrange em todo o território brasileiro as muitas empresas do setor de pavimentos e revestimento de alto desempenho, difundindo ainda mais o conhecimento e incentivando a evolução das práticas construtivas e dos materiais utilizados na produção de pisos industriais.

Conforme descrevem Rodrigues et al. (2006), atualmente o Brasil se coloca como uma das nações 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”.

Esta constatação sugere uma otimista visão sobre a situação dos profissionais produtores de pavimentos e os profissionais encarregados do preparo e instalação dos pavimentos industriais, embora que do ponto de vista apenas teórico, no que concerne a emergente capital Tocantinense, cuja, todavia se encontra em processo de evolução no setor supra, em franca expansão, apesar da defasagem em relação às demais capitais, fator que tem atuado de forma limitante, à plena execução de projetos, por apesar de uma grande oferta do ponto de vista de material de ponta, obtidos de várias regiões do Brasil, encontra-se em falta de mão de obra qualificada.

2.5 Classificação dos Pavimentos Industriais

Segundo ANAPRE, 2009, em sua obra sobre o tema:

O conhecimento das características das variadas tipologias de pisos voltados para a indústria, considerando muitos aspectos tecnológicos e o comportamento dos materiais empregados, metodologia de dimensionamento adequada para cada tipo, e, também a logística de execução daqueles pavimentos que compreende todo o processo construtivo e os equipamentos empregados, também de fundamental importância para que os profissionais envolvidos possam equacionar com êxito todas as questões de definição do sistema mais adequado à utilização em cada caso específico, levando em consideração aspectos de qualidade, durabilidade e a economia desejada.

2.6 Classificação quanto à origem do modelo construtivo

Rodrigues *et al.*, (2006), escreve que o desenvolvimento dos sistemas construtivos de pavimentação industrial no setor da construção civil brasileira é bastante recente, e teve início há aproximadamente 20 anos, sendo que anteriormente a esse período, havia pouca preocupação com os critérios de projeto.

Ainda segundo Rodrigues *et al.*, (2006), os principais conceitos tecnológicos e as básicas metodologias de cálculo de dimensionamento foram trazidos e adaptados de instituições americanas e européias, que apresentam diferenças quanto ao conceito adotado para o sistema de piso e seu respectivo método de dimensionamento, sendo referências para dimensionamento.

São apresentados de forma ainda mais detalhadamente, seu conhecimento sobre o referido tema abordado em sua obra conjunta, exposta a seguir:

- Modelo americano: PCA, ASSTHO, Westergaard, Picket, Packard;
- Modelo Europeu: Lösberg e Meyerhof;
- Sistema construtivo: Concreto simples e o Concreto reforçado com telas soldadas, fibras de alto módulo e proteção.
- Tamanho de placas: pequenas dimensões e grandes dimensões.
- Quantidade de juntas: Elevado
- Baixo Consumo de concreto: Elevado
- Baixo Custo inicial /manutenção: Elevado Baixo, Baixo Elevado
- Custo e complexidade de execução:

Até o início da década 90, a prática de execução de pisos industriais empregados na construção civil brasileira adotava usualmente o padrão metodológico baseado nos parâmetros da Portland Cement Association (PCA), que trabalhava com ênfase no sistema de pavimentos de concreto (RODRIGUES *et al.*,(2006).

Balbo (2005), explica que as metodologias empregadas no dimensionamento de espessuras dos pavimentos de concreto simples apresentam limitações graves, como por exemplo, a impossibilidade de consideração da contribuição estrutural de bases cimentadas aderidas ou não, bem como os efeitos de gradientes térmicos sobre estas placas de concreto.

Ainda no conceito de Balbo (2005), outras análises podem ainda ser feitas quanto aos métodos praticados até então no Brasil: variabilidade de parâmetros nos concretos, contribuição de bases não aderidas e aderidas, modelagem à fadiga de concretos tipicamente empregados e consideração explícita dos efeitos climáticos no dimensionamento.

Ao que Rodrigues *et al.*,(2006) completam dizendo que nos últimos dez anos, o setor de pisos industriais do mercado brasileiro vem adotando a prática evolutiva baseada nos princípios da escola européia, escolha considerada correta, uma vez que, as tecnologias dos materiais e a evolução da logística das obras vêm sendo desenvolvidos a passos largos. E acrescentam que outro fator importante é a aquisição de equipamentos de alto desempenho, para a execução, garantindo o controle de qualidade, segundo especificado nos projetos.

Chodounsky (2007), suplementa com sua opinião sobre o tema alegando que o método baseado na escola européia apresenta melhores resultados nos âmbitos: econômico e da sustentabilidade, a partir da utilização de menor quantidade de matéria-prima para obtenção de alguns resultados bastante satisfatórios.

Segundo Rodrigues *et al.*, (2006), a evolução das técnicas de dimensionamento dos pavimentos estruturalmente armados, contribuiu para selar essa tendência, levando à soluções mais econômicas, dentro do ciclo de vida das obras de pavimentação industrial e reduzindo tanto o custo inicial, quanto o custo com manutenção destes sistemas."Elucida, com muita propriedade, o estudioso, sobre o importante fator de redução de custo, com a manutenção daqueles sistemas.

Carvalho (2000), detalha que os princípios ou mandamentos básicos para a obtenção de um piso de concreto de qualidade são exatamente os seguintes:

1º Mandamento: Elaborar um bom projeto executivo do pavimento de concreto, isto a partir de estudos detalhados de tráfego e da fundação;

2º Mandamento: Dosar adequadamente o concreto a partir do estudo minucioso de seus materiais constituintes;

3º Mandamento: Especificar os materiais a serem utilizados na obra;

4º Mandamento: Definir os equipamentos a serem utilizados na obra;

5º Mandamento: Definir a logística da obra;

6º Mandamento: Definir os procedimentos de execução e de controle da fundação de seu subleito e sub-base;

7º Mandamento: Detalhar os procedimentos de execução e de controle do concreto simples, com foco na durabilidade e no conforto de rolamento do piso ou pavimento de concreto;

8º Mandamento: Executar a obra dentro dos padrões de qualidade exigidos.

9º Mandamento: Gerenciar a obra;

10º Mandamento: Cuidar para que as empresas envolvidas na obra se comprometam com a excelência da qualidade do produto final acabado.

Segundo Carvalho (2000), sugere ainda sobre o mesmo tema que independente do tipo de solução a ser adotada para a execução dos pisos de concreto é indispensável à elaboração de um projeto específico realizado por engenheiros especializados.

Uma construtora de pisos com capacidade técnica e operacional comprovada e uma empresa fornecedora de concreto capaz de atender a todos os requisitos exigidos pelo projetista e pelo construtor. Todos os envolvidos no processo executivo devem ser geridos através de uma gestão única. Pontifica que deve haver uma liderança organizadora de todo o processo, no qual todas as etapas, são organizadas de forma tanto sequencial como produtiva. E acrescenta que reuniões preliminares envolvendo as empresas são de extrema importância, para o sucesso do empreendimento, pois esta interatividade serve como um diferencial na qualidade final do piso.

Prossegue Carvalho (2000), ou seja, todos os envolvidos devem estar sempre

em plena comunicação, lembrando sempre que cada uma delas está trabalhando, em prol de único bem comum: o cliente.

Carvalho (2000), classifica as etapas executivas do piso industrial: “Definido o projeto específico do piso, o qual contempla todos os aspectos teóricos e práticos da solução a ser aplicada na obra, a execução do mesmo inicia-se através da formação de uma cadeia de empresas qualificadas que, em sintonia, desenvolverão todo o processo construtivo.”

Carvalho (2000), conclui: “Esta cadeia é formada pelas seguintes empresas: empresa de terraplenagem, usina de concreto, construtora de pisos, laboratório de ensaios tecnológicos, projetista e cliente. É fundamental que a coordenação de todo o referido processo, seja realizada por engenheiro capacitado.” O qual segundo Carvalho (2000), deverá ser responsável pelas definições, e determinações, bem como prazos de cada etapa a ser realizada.

Como ressalta o autor, da obra supra, o processo preparatório para a obra é de absoluta importância, para uma boa durabilidade da obra, em face às intempéries, ao tráfego de maquinário pesado, ao fluxo de automóveis, aeronaves e até mesmo transeuntes, estes últimos, oferecendo um nível de desgaste considerável, como se tem observado nas pesquisas, sobre o pavimento de calçadas, o qual tem uma legislação bastante rígida, para evitar que se utilize meios extremos, de proteção ao pavimento, por exemplo, como as calçadas em declive, as quais favorecem ao escoamento das águas mas que definitivamente, expõem aos transeuntes, às quedas e acidentes.

2.7 Tipos de Piso

2.7.1 Piso de Concreto Simples

Conforme o autor o piso de concreto simples é composto de placas contíguas, executadas em damas ou faixas alternadas, com largura e comprimento reduzidos, formando faixas de juntas longitudinais e transversais. Acrescenta Lopes (2003):

“As juntas das placas de piso de concreto simples, têm a função de combater

as tensões, geradas pelas variações térmicas e hidrosópicas e controlar a formação de fissuras, devidas à retração do concreto”.

E acrescenta que o dimensionamento destes pisos, resulta em espessuras elevadas, já que o concreto possui excelente resistência à compressão e baixa resistência à tração. Aponta para o fato que o número de juntas neste tipo de piso é elevado, já que o concreto simples não é capacitado para absorver os efeitos de retração intensa. LEAL, *et al.* 2003: “As dimensões das placas são reduzidas, não ultrapassando, na maioria dos casos, 30m², sendo outro fator de desvantagem que está ligado à necessidade de barras de transferência de grande diâmetro, pois seu dimensionamento está ligado diretamente à espessura do pavimento. ” Ainda enfatiza que nesse tipo de piso somente o concreto contribui para a resistência às tensões de tração na flexão produzidas pelos esforços aplicados sobre o piso.

Segundo Teixeira *et al.*, 2002: “Pode-se dizer que este método construtivo é o mais antigo, além disso, este é de tecnologia mais simples na construção de um piso industrial e, até anos atrás, o mais utilizado.

No entanto, por apresentar limitações, como elevada incidência de juntas e por consequência, mais manutenção, sua utilização vem diminuindo.

Ainda no texto dos mesmos autores se explica que: este método de piso de concreto é dimensionado para absorver carregamentos e que só a camada de concreto absorve as tensões de tração na flexão, não sendo necessário nenhum tipo de armadura. Teixeira *et al.*(2002): “Um exemplo de emprego dessa tecnologia que se pode citar é a rodovia Castelo Branco SP no seu trecho de pedágio, na interligação entre São Paulo e o bairro de Alphaville. Outro exemplo é a rodovia dos Imigrantes que liga São Paulo ao litoral.”

2.7.2 Piso de Concreto Armado

Em Carvalho (1996), “O piso de concreto armado utiliza armaduras com finalidade estrutural, isto é, a armadura tem, de fato, a função de combater as tensões de tração na flexão geradas na placa. A armadura principal, habitualmente constituída de telas, eletro soldadas ou de aço convencional em barras, é sempre colocada na parte inferior das placas. E acrescenta que aquela é a região onde as

principais tensões se desenvolvem. E que neste tipo de piso é possível executar placas de até 25 metros de comprimento, desde que se inclua uma armadura complementar, na face superior destinada a absorver os esforços devidos à retração e variações térmicas do concreto.

Ainda Carvalho (2002), quando se utiliza armadura simples, ela é posicionada a 3 cm da face superior do piso, apenas para absorver os esforços provenientes da retração; esta armadura não tem nenhuma função estrutural, isto é, não é dimensionada para absorver esforços de tração na flexão do conjunto. E acrescenta que somente para carga distribuída, onde a tensão de tração na flexão é produzida na parte superior da seção do piso. Diz que alguns projetistas afirmam que a tela superior é estrutural, mas pode-se dizer que a contribuição da tela superior na região inferior tracionada não ultrapassa 10 %. O autor enfatiza que desta maneira, o dimensionamento utilizando armadura simples, deverá ser feito utilizando os critérios de cálculo para concreto simples. E o autor disserta sobre os seguintes tipos de piso a título de comparação.

2.7.3 Piso de concreto reforçado com fibras estruturais e fibras não estruturais

Carvalho (2002), este tipo de piso caracteriza-se pela sua execução, com adição de fibras de aço e fibras sintéticas diretamente ao concreto, em substituição às armaduras estruturais e armaduras de retração. A dosagem e o emprego de cada tipo de fibra dependem das características das solicitações dos carregamentos dinâmico e estático aos quais o piso está submetido”.

2.7.4 Piso em concreto reforçado com fibras de aço estrutural:

Segundo Bina *et al.*,(2002), nos pisos industriais e pavimentos rígidos de concreto apoiados sobre base elástica, as tensões produzidas pelos carregamentos externos: cargas distribuídas, porta-pallets, empilhadeiras e trens- tipo variados são tensões de certa forma pequenas comparadas a uma laje suspensa. Desta forma, o

autor ressalta que pode-se substituir totalmente a armadura pelas fibras de aço, com dosagens que variam de 10 a 35 kg/m³, dependendo do tamanho das placas e dos seus carregamentos.

Bina et al., (2002), as fibras de aço foram introduzidas nos pisos industriais brasileiros há cerca de 15 anos, inicialmente trazidas pela empresa Belgo Mineira Bekaert, chamadas de fibras Dramix; posteriormente, foram desenvolvidas fibras de aço de outros fabricantes como as fibras Harex fabricadas pela Vulkan e as fibras Sheikan oriundas do sub-produto da palha de aço,”

2.8 Classificação quanto à utilização do Piso Industrial

Segundo a ANAPRE (Associação Nacional de Pisos e Revestimento de Alto Desempenho), os pisos ainda podem ser classificados quanto à sua utilização, abrangendo cinco principais classes: áreas industriais; áreas de armazenagem; sistemas viários e pavimentos rígidos; áreas de estacionamentos e pisos comerciais. Com base em dados da ACI-302 (American Concrete Institute), também é possível classificar os pavimentos segundo classes que prevêm o tipo de tráfego específico. Estes fatores são determinantes para especificação criteriosa do sistema de piso a ser empregado. O piso deve ser considerado como equipamento para produção. Cuidados especiais de projeto devem ser tomados, considerando linhas dinâmicas de produção, que eventualmente possam ter mudanças de layout em função da instalação de novos equipamentos.

Larga utilização de RAD (revestimentos de alto desempenho). Proteção do piso contra agentes agressivos, facilidade de manutenção (limpeza e higienização), aspectos estéticos e sinalização para controle de fluxos. É indicada a adoção de sistemas com quantidade reduzida de juntas, com placas de grandes dimensões, como por exemplo, os pisos de concreto estruturalmente armado, os de concreto reforçados com fibras e o de concreto protendido, evitando patologias nas juntas em função do trânsito intenso das máquinas e empilhadeiras.

Líquidos endurecedores de superfície, aplicação de aspersões minerais ou metálicas são indicadas para garantir elevada resistência superficial mediante a grande solicitação de esforços abrasivos. Utilizados em pavimentos urbanos, áreas

de estacionamento e sistemas viários de indústrias, pátios de estacionamento de aeronaves e áreas retro portuárias para armazenagens e manuseios de containers.

Por recebem grande solicitação de cargas, as espessuras das placas de concreto podem variar de 14 cm a 40 cm, de acordo com o uso proposto para a área.

Por serem utilizados em áreas externas e/ou abertas, as tensões de origem térmica (dilatação / retração) são bastante elevadas em função do aquecimento solar diurno e resfriamento noturno. Quando comparados com a pavimentação asfáltica, apresentam inúmeras vantagens, como por exemplo, melhor durabilidade e resistência ao desgaste, aos ataques químicos de combustíveis, óleos e lubrificantes, e menor custo de manutenção.

Por apresentar coloração mais clara, têm maior índice de reflexão, reduzindo das ilhas de calor e facilitando a iluminação noturna. Melhor logística de execução em áreas fechadas e subsolos, uma vez que emprega equipamentos reduzidos.

Permitem flexibilidade como elemento de fundação de paredes e mezaninos. Empregado como acabamento decorativo, poder ser trabalhado com pigmentações diversas e sistemas de lapidação que garantem aspecto vítreo à superfície.

Afirmam Rodrigues *et al.*,(2006): “Atualmente as sub-bases de solo melhorado com cimento são bastante utilizadas, salvo em casos onde são detectadas necessidades de maior capacidade de suporte, sendo então mais utilizadas os sistemas de BGTC (brita graduada tratada com cimento) e CCR (concreto compactado com rolo).”

2.9 Utilização de Fibras no Concreto

Utilizada há vários séculos, as fibras tem recebido uma maior atenção nas ultimas décadas, período no qual se vem buscando aperfeiçoá-las para o melhoramento da interface fibra-matriz. E seguindo o mesmo sentido para a criação de novas técnicas de inserção de fibras na matriz estão sendo desenvolvidas, da mesma forma que existe uma constante evolução no seguimento dos aditivos e outros materiais que podem ser incorporados ao concreto para melhorar as propriedades do mesmo (MASIERO, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 Características gerais

Para elaboração deste estudo de piso em concreto armado com fibras de aço dramix, foram necessárias a coleta e a pesquisa de materiais técnicos. Pesquisas de títulos nacionais sobre os métodos construtivos, verificação de publicações e revistas técnicas sobre o assunto.

Vistoria “in loco” da obra realizada a identificar com base no projeto e fotos a execução e a metodologia utilizada, análise de cronograma e procedimentos executivos da equipe de frente de obra, equipamentos utilizados, tipos de acabamentos superficial, juntas de dilatação e a cura do piso. Seguiu um passo a passo de execução, passando por todas as etapas construtivas de modo a se ter o piso com a máxima resistência e durabilidade de acordo com o projeto.

E por meio de um estudo técnico comparativo de custos e de materiais feitos pela própria empresa executora obteve-se uma comparação real de valor entre o piso em estudo com o de tela dupla de aço.

E com o estudo aprofundado em livros técnicos e catálogos especializados da fibra em estudo, obteve-se um conhecimento das vantagens e desvantagens que o referido piso apresenta, dando total suporte técnico e econômico para o cliente durante escolha do tipo de piso a ser empregado na obra.

A área total executada de piso foi de 3, 270.5 (m²), e foi executado em 8 faixas , afim de dar maior agilidade e controle na hora da execução e para a boa sintonia na concretagem, devido a disponibilidade de caminhões betoneira e da equipe de mão de obra.

Foram realizados slump teste em todos os caminhões com o abatimento em torno de 120+200 mm.

O concreto utilizado apresenta característica a compressão (f_{ck}) >30 Mpa, teor de argamassa ~ 50% e fator A/C <0.52. Para o dimensionamento do piso foi utilizado o software próprio de uma fornecedora de aço.

Todo o processo de execução e projeto do piso foi acompanhado de perto por engenheiro responsável tanto da construtora como da empresa fornecedora das fibras Dramix. Obtendo se assim um controle rigoroso de todo o processo.

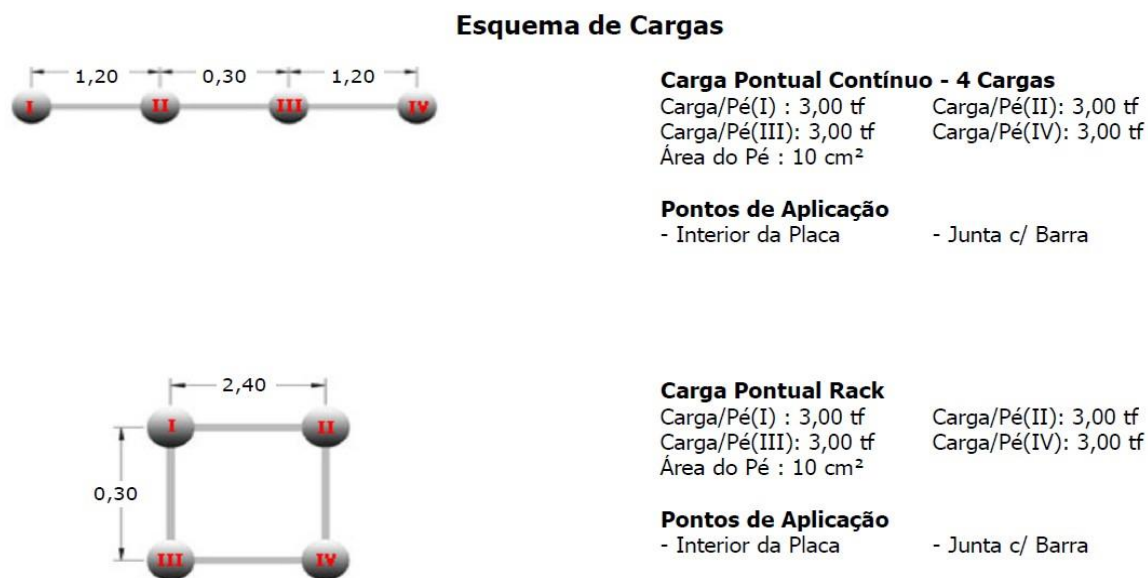
O desempenho das fibras dentro de uma Matriz de concreto dependera de vários fatores como:

- Classe de resistência do concreto;
- Dosagem das Fibras (Kg/m^3);
- Compatibilidade dimensional entre o agregado graúdo e comprimento da Fibra;
- Forma geométrica;
- Modulo de elasticidade;
- Resistência mecânica;
- Fator de forma (L/d) das fibras;

3.2 Considerações de Projeto

O projeto do piso de concreto foi desenvolvido com base nas informações de uso diário do cliente, e por se tratar de uma obra de grande porte foram determinadas as seguintes sobre cargas de trabalho conforme figura abaixo:

Figura 1 - Cargas Consideradas no Projeto



Fonte: Autor, 2015.

3.3 Etapas de execução

3.3.1 Preparo do Sub-leito

O terreno foi preparado para atender as cargas especificadas no projeto. A sondagem é o método investigativo mais simples para conhecer a resistência do solo. O solo foi compactado com utilização de equipamento rolo vibratório tipo pé de carneiro e obtenção de G.C > 98% P.N.

Figura 2 - Sub-Leito



Fonte: Autor, 2015.

3.3.2 Preparo da Sub-base

Sobre o solo compactado executou uma camada de reforço granular com brita graduada simples compactado e regularizado com rolo vibratório de chapa lisa.

A superfície não deverá apresentar irregularidades > que 1 cm por isso a atenção foi redobrada de modo a obter 100% da compactação do terreno, pois a existência de desníveis ou irregularidades muito acentuadas podem acarretar em desperdício do material (concreto), podendo variar de 10 a 15 % de perda.

Figura 3 – Sub-base



Fonte: Autor, 2015.

3.3.3 Camada separadora do piso da sub-base

A separação entre a sub-base e a placa de concreto foi feita por uma camada isolante em lona de polietileno com espessura = 200 μ m.

Figura 4 - Lona de separação



Fonte: Autor, 2015.

3.3.4 Formas de Madeira

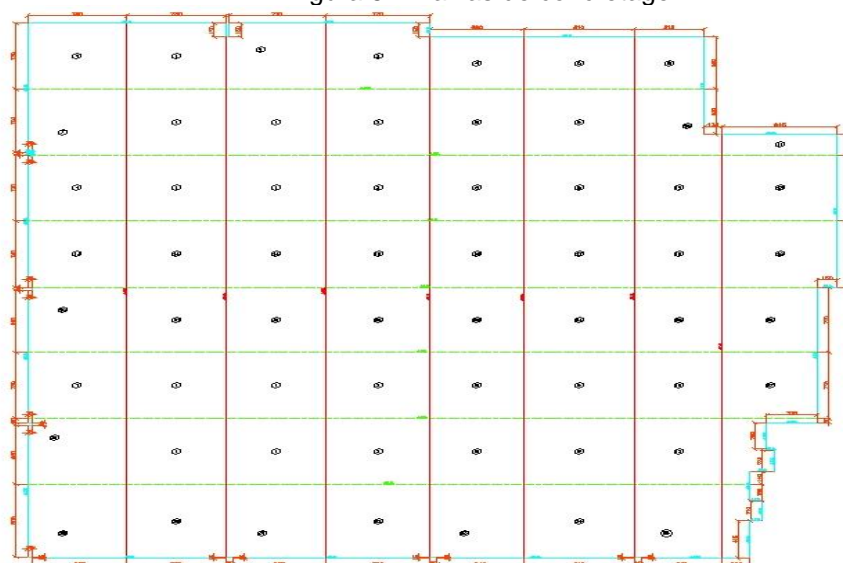
As formas apresentam um peso considerável no que se refere ao custo e mão de obra para sua montagem, em obras de piso de concreto, estes custos são relativamente baixos sendo que a sua única função é de conter o concreto dentro de uma área com o perímetro pré-estabelecido.

Os seguintes critérios foram levados em consideração para montagem das formas:

- Dever ser rígido o suficiente para suportar as tensões laterais do concreto no estado fresco;
- Devem ser estruturadas para aguentar os equipamentos de adensamento como régua vibratórias e mangotes de imersão quando empregados;
- Antes da concretagem das placas foi aplicado desmoldantes nas faces formas que posteriormente entraram em contato com outras placas, de modo a garantir que não ocorra em hipótese alguma aderência entre o concreto novo e o concreto velho.

A divisão das faixas de concretagem seguem o projeto como mostra a figura abaixo:

Figura 5 - Faixas de concretagem



Fonte: Autor (2015)

3.3.5 Armaduras

O posicionamento das armaduras em 90% dos casos o ponto crítico, no que se refere a execução de pisos industriais de concreto. As especificações do projeto são claras, bastando ter o cuidado durante o arranjo físico na obra de manter os espaçamentos e posicionamentos exigidos.

Nesta obra fora utilizadas barras de transferência e treliças metálicas (espaçadores nas juntas cerradas). Nos entornos dos pilares foram utilizadas telas de aço como reforço adicional, pois é onde ocorre maior movimentação podendo ocorrer o surgimento precoce de fissuras. E nas barras de transferência passou se lubrificante para permitir a livre movimentação de um lado e do outro na placa já concretada.

Figura 6 - Armaduras



Fonte: Autor,2015.

3.3.6 Concretagem do piso

O momento da concretagem, em função dos aspectos técnicos e teóricos de dimensionamento, escolha do material concreto de qualidade, entrega, abastecimento, mão de obra, equipamentos, e um processo simples, pois o lançamento foi feito diretamente com caminhão betoneira.

Na obra em estudo o concreto usinado já foi incorporado com as fibras na dosagem de 20 kg/m³ foi definido em função do volume total a ser concretado e o tamanho da equipe equipamento disponíveis.

O lançamento, vibração e adensamento foi realizado de forma manual com régua vibratória, a concretagem foi feita em faixas e nas primeiras horas do dia em um total de 8 faixas, intercalando os dias de concretagem com os dias de preparação das faixas e colocação das barras de transferência.

A mão de obra foi executada por 7 operários, que manualmente espalharam o concreto por todas as faixas.

Figura 7 - Concretagem



Fonte: Autor (2015).

3.3.7 Acabamento superficial

O acabamento superficial foi feito por desempenadeira mecânica, que passam pelo piso recém nivelado para aflorar a superfície da argamassa do concreto, auxiliando no aumento a resistência do acabamento superficial.

Figura 8 - Acabamento do Piso



Fonte: Autor, 2015.

3.3.8 Cura do Concreto

A cura úmida foi aplicada imediatamente após o endurecimento superficial, manteve-se a superfície do concreto úmida por meio de aplicação de água na superfície, pelo período mínimo de 7 dias e foi colocado lonas plásticas para evitar evaporação repentina da água. Este processo foi repetido duas vezes ao dia.

3.3.9 Juntas

Todas as juntas longitudinais ou transversais devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto. As juntas serradas de retração foram executadas entre 6 a 12 horas após o término do acabamento.

O corte das juntas serradas foi realizado com abertura de 3 a 4mm e profundidade de no mínimo $\frac{1}{3}$ da espessura do piso de modo a efetivamente induzir o surgimento de fissuras em seu leito.

4 RESULTADOS

O presente estudo de caso apresenta a construção de um piso industrial em concreto armado com adição de fibras de aço dramix.

A proposta adotada para execução do piso industrial reforçado com fibras trás ganhos significativos para a matriz cimentícia melhorando suas propriedades, porém deve se levar em consideração o tipo de fibra que será adicionada ao concreto, pois cada fibra possui características que poderão gerar efeitos diferentes. De acordo com Bernad (2003), o emprego de fibras com características variadas resultará em variações significativas nas propriedades mecânicas do compósito gerado permitindo que se tenham diferentes ganhos em termos de resistência mecânica, ductilidade, resistência a abrasão e controle de fissuração.

O processo de execução é bastante simples e segue basicamente os mesmos critérios de execução dos pisos tradicionais. As etapas de lançamento, adensamento e acabamento deverão ser executadas normalmente.

Algumas características quais podem ser citadas como:

- Eliminação da etapa de corte, dobra e posicionamento da armadura;
- Não há necessidade da utilização de espaçadores;
- Facilidade de aplicação e redução no tempo de execução.

4.1 Especificações dos Materiais Avaliados

Tabela 1 - Lista de Materias Piso com Dramix

Soluções Belgo	SOLUÇÃO	
	DRAMIX	PESO
Espessura Mínima de Concreto	14,0 cm	-
Fibras de Aço DRAMIX	20,0 kg/m ³	9157,46 kg/m ²
Tipo : RC-65/60-BN	2,80 kg/m ²	
Tamanho Máximo das Placas	8,45 m X 8,20 m	-
Índice de Juntas Construtivas	0,121 m/m ²	-
Índice de Juntas Serradas	0,121 m/m ²	-
Índice de Junta Encontro	0,075 m/m ²	-
Barra de Transferência	2.640 barras de 50,00 cm	2.082,96 kg
Tipo : BTB 16		
Espaçador para Barra : BE 6	198 esp. c= 6,0 m	844,67 kg
Considerar Espaçador na Junta Construtiva		
Espaçador para Reforço de Pilar : BE 8	0 esp. c= 1,0 m	0,00 kg
Reforço de Borda	0 painéis	0,00 kg
Tipo : Tela Soldada Q61	(2,45 m x 6,0 m)	
Reforço de Canto	0 painéis	0,00 kg
Tipo : Tela Soldada Q246	(2,45 m x 6,0 m)	
Reforço de Canto	0,0 m	0,00 kg
Tipo : Ø16 mm - Aço CA50		

Fonte: Belgo (2015).

Tabela 2 - Lista de Materiais Piso com Tela

Soluções Belgo	SOLUÇÃO	
	TELA SOLDADA	PESO
Espessura Mínima de Concreto	14,0 cm	-
Telas Soldadas Belgo Superior	245 painéis	6.483 kg
Tipo : Q113	(2,45 m X 6,00 m)	
Telas Soldadas Belgo Inferior	245 painéis	11.197 kg
Tipo : Q196	(2,45 m X 6,00 m)	
Tamanho Máximo das Placas	7,15 m X 6,35 m	-
Índice de Juntas Construtivas	0,153 m/m ²	-
Índice de Juntas Serradas	0,137 m/m ²	-
Índice de Junta Encontro	0,075 m/m ²	-
Barra de Transferência	3.160 barras de 50,00 cm	2.493 kg
Tipo : BTB 16		
Espaçador para Tela : BE 6	1.704 esp. c= 2,0 m	2.423,09 kg
Espaçador para Barra : BE 5	233 esp. c= 6,0 m	588,56 kg
Considerar Espaçador na Junta Construtiva		
Espaçador para Reforço de Pilar : BE 8	0 esp. c= 1,0 m	0,00 kg
Reforço de Borda	0 painéis	0,00 kg
Tipo : Tela Soldada Q61	(2,45 m x 6,0 m)	
Reforço de Canto	0 painéis	0,00 kg
Tipo : Tela Soldada Q196	(2,45 m x 6,0 m)	
Reforço de Canto	0,0 m	0,00 kg
Tipo : Ø16 mm - Aço CA50		

Fonte: Belgo (2015).

Foram apresentados através de duas tabelas, onde caracteriza todos os materiais e quantitativos e com esses dados foi realizada a composição final do custo, resultando assim na escolha pelo cliente da proposta mais viável. Com base nisso foi escolhido o piso reforçado com fibras dramix.

4.2 Considerações Sobre a Técnica Utilizada

Observa-se atualmente nas indústrias que pisos bem projetados e executados podem resistir a esforços provenientes de carregamentos dinâmicos com os de trânsito de veículos pesados, empilhadeiras, armazenamento de cargas, maquinário pesado, entre outras condições extremas de impacto.

Diante da evolução dos pisos e pavimentos nas últimas décadas, conclui-se que as dimensões dos panos destes pisos e pavimentos aumentaram, demandando em caráter urgente, aos técnicos e engenheiros projetistas, construtores e fabricantes de materiais, a elaboração de tecnologias novas, novos métodos de cálculo, novos materiais e novas gerações de equipamentos, que em conjunto com novas técnicas, estão começando a atender às necessidades do público consumidor atual.

Como parâmetro da evolução da pavimentação industrial, das duas últimas décadas, pode-se bem defini-lo nas poucas linhas a seguir:

Os pisos industriais, tradicionalmente de concreto, em um período não superior a vinte anos, evoluíram para acompanhar o mercado, indo de um piso de calçada em dama, com baixa demanda de responsabilidade técnica, em pequenos módulos (1m x 1m) utilizando concreto simples, até pavimentos protendidos com dimensões acima de 12.000 m², sem juntas.

4.3 Comparações e Custo Benefício

A partir do estudo aqui apresentado e dentro desse contexto, serão analisados e discutidos os sistemas e materiais disponíveis, e as orientações para

sua especificação, objetivando a qualificar o produto final a partir do controle e escolha adequada do sistema construtivo, dos materiais empregados e do processo de produção empregado. Não somente sobre a sua superfície, mas, sobretudo, em suas juntas.

Nas tabelas a seguir contem os preços que deram a base no critério de escolha do tipo de piso a ser executado.

4.4 Comparativos de materiais Dramix x tela belgo

4.4.1 Solução com tela belgo

Tabela 3 – Solução com tela belgo

Soluções Belgo	Solução		Preço unitário (R\$)	Preço Total
	Tela Soldada	Peso (kg)		
Telas Soldadas Belgo Superior tipo: Q 113	245 painéis (2,45m x 6,00m)	6.483	4.98	32.285,34
Telas Soldadas Belgo Superior tipo: Q 196	245 painéis (2,45m x 6,00m)	11.197	5.70	63.822,90
Barra de transferência tipo: BTB 16	3.160 barras de 50,0 cm	2.493	3.55	8.850,15
Espaçador para Barra: B6	1.704 esp. C = 2 m	2.423,09	5.00	12.115,45
Espaçador para Barra: B5	233 esp. C = 6 m	588.56	5.00	29.42,80
Arame recozido		300	6.00	1.800,00
Concreto – Fck 30 Mpa		457,87	330.00	151.097,10
Mão de obra		3270 m ²	13.00	42.510,00
Total global				315.423,74

4.4.2 Solução com dramix

Tabela 4 – Solução com Dramix

Soluções Belgo	Solução		Preço unitário (R\$)	Preço Total
	DRAMIX	Unidade/Peso (kg)		
Espessura Mínima de concreto	14,0	-	-	-
Fibras de aço Dramix	29,0 kg/m ²	9,157.46	5.70	52.197,52
Barra de transferência tipo: BTB 16	2.460 barras de 50,0 cm	2,082,96	3.55	7.394,51
Espaçador para Barra: B6	198 esp. C = 6 m	844,67	5.00	4.223,35
Concreto – Fck 30 Mpa		457,87	330,00	151.097,10
Mão de obra		3270 m ²	11.00	35.970,00
Total global				250.882,48

4.5 Vantagens e Desvantagens

Analisando a parte econômica as vantagens são:

- Vantagens econômicas;
- Menor custo em relação a outros pisos;
- Execução mais rápida;
- Redução da Mão de obra;
- Maior distancia entre juntas;
- Menor necessidade de manutenção;

Analisando as Vantagens Técnicas

- Elevado controle de fissuras;

- Aumento da resistência ao impacto;
- Aumento da resistência a fadiga;
- Distribuição da fibra em forma uniforme na matriz cimentícia;

Analisando as desvantagens

- Redução da trabalhabilidade do concreto;
- Surgimento de fibras na superfície;
- Pode ocorrer problemas devido a incorporação de ar no compósito na moldagem;
- Fibras intertravam o compósito, dificultando a vibração, isso ocorre devido ao aumento considerável da área específica dos materiais;

5 CONCLUSÃO

O piso industrial planejado da maneira correta e executado com precisão gerou uma economia significativa com relação à outra opção com malha.

As evidências dos resultados e as importantes correlações levadas em consideração, foram objetivadas e vistas de modo analítico e considera satisfatório o resultado, sendo como decisão final a opção com a fibra Dramix, por ter demonstrado ser o modelo que apresentou custo menos elevado e resistência estrutural igual ao modelo convencional, alcançando com êxito todos os objetivos e expectativas quanto a sua aplicabilidade.

Os modelos considerados reduziram custos em 2 sentidos importantes, que foram subtraído do orçamento tirado a oneração principal da não participação de malhas e espaçadores. Com relação ao consumo de concreto diminuído, que diferentemente de uma análise visual superficial o piso se tornou necessariamente em uma camada relativamente fina e com resistência que variam por volta de 3 a 4 vezes a opção de concreto com malha, isso sem mencionar a facilidade de execução e a mão e obra diminuta.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia Básico de Utilização do Cimento Portland**. São Paulo, ABCP,1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Pavimento de concreto Práticas Recomendadas. vol.1**. São Paulo, ABCP.2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11801: Argamassa de Alta Resistência para Pisos**. Rio de Janeiro, ABNT,1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14050: Sistemas de Revestimentos de Alto Desempenho à Base de Resinas Epoxídicas e Avaliação do Desempenho – Procedimento**. Rio de Janeiro, ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PISOS E REVESTIMENTOS DE ALTO DESEMPENHO. **Boletins técnicos ANAPRE**, 2006-2010.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos Viários e Pisos Industriais**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. vol. 2 cap. 42, p.1297-1332.

BINA M. **Estrutura dos pisos de concreto armado**. Edições Nova Fronteira, SC 2002, 109p.

BINA M. **Projetos para manejo de solos**. Edições Nova Fronteira, SC 2002 120 p.

BRASIL PISOS. **Pisos e pavimentos industriais**. São Paulo: 2014. Disponível em: <<http://www.brasilpisos.com.br/tipos-pisos-varios-select.html>>. Acesso em 22 abr 2015.

CARVALHO, M. D; PITTA M. R. **Pisos Industriais de Concreto. Parte I – Dimensionamento de Pavimentos Concreto Simples.** Associação Brasileira de Cimento Portland. ER 52 SP, 1989.

CHODOUNSKY, Marcel Aranha. **Fibras metálicas para reforço de concreto.** Revista Pisos Industriais. 7ª ed, SP, 2006. Disponível em: Acesso em: em 24 set 2015.

CHODOUNSKY, Marcel Aranha. **Pisos industriais de concreto: aspectos teóricos e construtivos.** São Paulo: Reggenza, 2007.

DEPARTAMENTONACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentos Rígidos.** 2ª ed, Rio de Janeiro, DNIT, 2004.

LEAL, U. **Projeto estrutural de pavimentos rodoviários e de pisos industriais de concreto.** São Carlos, 216 p. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2000.

LOPES E. **O Piso industrial.** Revista Pisos Industriais. São Paulo, 2003.

OLIVEIRA, Paulo S. F. **Uma revisão à questão da abrasão de Revestimento de Alto Desempenho (RAD).** Revista Pisos Industriais. 1ª ed., SP, 2003.

NETO, Antônio V. **Construção e produtividade: ganhe pontos contra o desperdício.** São Paulo: PINI, 2008.

OLIVEIRA, Paulo S. F. **Revestimentos de Alto Desempenho RAD para pisos.** Revista Pisos Industriais. 3ª ed., SP, 2003.

OLIVEIRA, Paulo S. F. **Principais tipos de RAD para pisos.** Revista Pisos Industriais, 4ª ed., SP, 2003.

OLIVEIRA, Paulo S. F.; TULA, Leonel. **Tratamento anti-pó para pisos de concreto com endurecedores de superfície químicos à base de flúor-silicatos metálicos.** Revista Pisos Industriais, 5ª ed., SP, 2006.

RODRIGUES, P.P.F. & PITTA, M. R. **Pavimento de Concreto.** Revista Ibracon n. 19,

SP, 1997.

RODRIGUES, P. P. F; CASSARO, C. F. **Pisos Industriais de Concreto Armado**. IBTS – Instituto Brasileiro de Telas Soldadas, 1998.

RODRIGUES, Públío Penna Firme. **Crité rios de Projetos** Pisos Industriais, SP, 2003.

RODRIGUES, Públío Penna Firme. **Tipos de Pisos Industriais**. Revista Pisos Industriais. 2ª ed., SP, 2003. Disponível Acesso em: 30 set 2015.

RODRIGUES, P. P. F. et al. **Manual Gerdau de pisos industriais**. Ed. PINI, 1ª ed., São Paulo 2006.

RODRIGUES, Públío Penna Firme. **Projetos e crité rios executivos de pavimentos industriais de concreto armado**. ITBS, 2ª ed. São Paulo, 2006.101p.

TEIXEIRA, P. R. **Projetos para pavimentos industriais diversos**. 2ªed. UFMG 2009.

VILLAR, Lúcio F. S; et al. **Panorama da construção civil: cursos de qualificação de mão-de-obra são realmente desejados**. Anais do 7º Encontro de extensão Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

ANEXO