



FACULDADE DE ENGENHARIA
Curso de Licenciatura em Engenharia Civil

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS EPÓXIS EM PAVIMENTOS DE EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS

Estudo de Caso: Indústrias de ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas)

Ribas Gonçalves Guambe

Supervisores:

Eng.º Joaquim Minusse Tchamo (UEM-Faculdade de Engenharia)

Eng.º Pedro Lopes (Sika Moçambique, Lda.)

Maputo, Setembro de 2022

Ribas Gonçalves Guambe

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS EPÓXIS EM PAVIMENTOS DE EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS

Estudo de Caso: Indústrias de ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas)

Relatório de estágio profissional submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Eduardo Mondlane para obtenção do Grau de **Licenciado em Engenharia Civil**.

Supervisores:

Eng.º Joaquim Minusse Tchamo (UEM – Faculdade de Engenharia)

Eng.º Pedro Lopes (SIKA Moçambique, Lda.)

Maputo, Setembro de 2022

Relatório de estágio profissional submetido ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Eduardo Mondlane para obtenção do Grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Autor:

(Ribas Gonçalves Guambe)

Supervisores:

(Eng.º Joaquim Minusse Tchamo)

(Eng.º Pedro Lopes)



FACULDADE DE ENGENHARIA
Curso de Licenciatura em Engenharia Civil

TERMO DE ENTREGA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante **Ribas Gonçalves Guambe**, entregou no dia ___/___/___ as ___ cópias do relatório do seu estágio profissional, intitulado: **Aplicação de Revestimentos Epóxis em Pavimentos de Edifícios Industriais**.

Maputo, ___ de _____ de 2022

(A Chefe da Secretaria)

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Ribas Gonçalves Guambe**, declaro por minha honra, que este trabalho é resultado de pesquisas e investigações realizadas por mim mesmo, com recurso a bibliografia em referência devidamente citada ao longo do trabalho que foi desenvolvido e que é submetido para a obtenção do grau de **Licenciatura em Engenharia Civil**, pela Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Autor:

(Ribas Gonçalves Guambe)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, irmãos e amigos:

“Considerando tudo isso, cheguei à conclusão de que não existe nada melhor para o ser humano do que ser feliz no trabalho que realiza e desfrutar dos seus resultados; afinal, essa é a sua recompensa. Porquanto, quem de nós tem o poder de saber o que vai acontecer depois da nossa morte?”

Rei e Sábio Salomão

AGRADECIMENTOS

O autor deseja endereçar a sua gratidão à Deus, primeiramente, pela Sua contínua providência ao revesti-lo de discernimento, inteligência e ousadia necessária para cada fase enfrentada ao longo do percurso acadêmico. À Cristo, a quem pertencem todas as coisas que estão nos céus, na terra e debaixo dela. Assim como também, manifestar a sua gratidão:

- Aos pais, Ribas Salatiel Madaucane Guambe e Catarina Maripa Guambe, por não terem poupado esforços ao investir toda educação, apoio e recursos necessários para a minha formação;
- Aos irmãos, Salles Ribas G. Guambe e Denise Célia Ribas G. Guambe e à cunhada Nilza Elizabeth Guambe, pelo apoio, ânimo e experiências compartilhadas;
- Ao supervisor da faculdade, Eng. Joaquim Tchamo, que embora estando distante, mostrou-se presente e activo orientando-me e disponibilizando todo o material necessário para servir de auxílio na realização deste trabalho. Ao supervisor da empresa, Eng. Pedro Lopes, que além de ter aberto as portas de modo a me oferecer a oportunidade de estagiar e aplicar na prática todo conhecimento obtido no período de formação, se prontificou em me acompanhar e conduzir para a realização deste trabalho;
- Ao corpo de Docentes da Faculdade de Engenharia da UEM, especialmente aos do Departamento do curso de Engenharia Civil, que muito fazem para dinamizar o ensino e aprendizado na área do curso em causa, contribuindo assim para a formação de quadros qualificados;
- As colegas de trabalho, Leila Tamele e Eunice Afriange, pelo acolhimento e estímulo no ambiente de trabalho;
- Aos meus colegas e amigos Amuza & Adelaide Sande, Alice Lucas, Alfabeto Valói, Chelsea Mahumane, Crespo Ndlhaze, Donaldo de Jesus, Danilo Garrine, Davidson Lucas, Gabriel Comé, Godwin & Mariamo Sanfins, Hans Dete, Horácio Santos, Maíra Temporário Langa, Neldo Macita, Nilza Rai, Nurdine Avirtano, Luís Nhantumbo, Teodósio & Ercília Uazela, Telúrio Mapsangane, Thaunde Dauce, Sasabo Davis, Selmo Piargy, Sônia Valquíria Chicuel e Victorino Xavier, por muito me apoiarem nesse tempo.

*“Se te derem **cinco (5) horas** para cortar uma árvore, gaste **quatro (4) horas** afiando o seu serrote para cortar a árvore em **uma (1) hora.**”*

~ Abraham Lincoln

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS	ii
ÍNDICE GERAL.....	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. APRESENTAÇÃO GERAL DE EMPRESA.....	1
1.1. Espírito Sika.....	2
1.1.1. Âmbito para o desenvolvimento	2
1.1.2. Força e fiabilidade	2
1.1.3. Responsabilidade individual	2
1.1.4. Atmosfera de trabalho pragmático.....	2
1.1.5. Novas formas de comunicação	2
1.1.6. Marca sika	3
1.1.7. Valor como fundação.....	3
1.2. Valores e princípios.....	3
1.1.8. O cliente em primeiro lugar.....	3
1.1.9. Coragem pela inovação.....	3
1.1.10. Sustentabilidade e integridade	3
1.1.11. Fortalecimento e respeito.....	4
1.1.12. Gerir para resultados.....	4
1.3. Estrutura organizacional.....	5
1.4. Área de afetação do estagiário	5
2. INTRODUÇÃO	7

2.1. Enquadramento geral.....	7
2.2. Formulação do problema	8
1.1.13. Necessidades.....	8
1.1.14. Problema de pesquisa.....	8
1.1.15. Soluções alternativas	9
2.3. Objectivos	9
1.1.16. Geral	9
1.1.17. Específicos.....	9
2.4. Delimitação do trabalho.....	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1. Pavimentos térreos indústrias: sua evolução e importância.....	11
3.2. Constituição dos pavimentos térreos industriais correntes	12
1.1.18. Subleito da fundação.....	13
1.1.19. Sub-base e/ou base	13
1.1.20. Barreira de vapor.....	14
1.1.21. Laje de betão.....	14
1.1.22. Superfície de protecção e desgaste	15
3.3. Classificação e tipificação de pavimentos térreos industriais mais correntes ..	16
1.1.23. Classificação quanto a utilização do edifício	16
1.1.24. Classificação segundo ANAPRE (Associação Nacional De Pisos E Revestimentos De Alto Desempenho)	16
1.1.25. Classificação segundo ACI (American Concrete Institute)	19
1.1.26. Classificação tendo em conta a camada estrutural de betão	20
1.1.27. Classificação quanto ao tipo de revestimento (UPEC)	23
3.4. Tipos de revestimentos especiais que são utilizados em pavimentos industriais	
27	
1.1.28. Endurecedor de superfície	28

3.5. Principais meios agressivos atuantes sobre pavimentos industriais de ramo alimentar e bebidas	36
1.1.29. Agentes químicos que afectam os pavimentos industriais de ramo alimentar e bebidas.....	38
1.1.30. Agentes físicos que afectam os pavimentos industriais	44
4. RESINA EPÓXI.....	48
4.1. Resumo histórico	48
4.2. Definição	50
1.1.31. Tipos de resina epóxi	50
4.3. Aplicações da resina <i>epóxi</i>	51
1.1.32. Aplicações do epóxi por setor consumidor:.....	51
4.4. Processo de aplicação de pavimentos epóxis.....	55
1.1.33. Preparação da base	55
1.1.34. Aplicação da resina epóxi	57
4.5. Vantagens e desvantagens da resina epóxi como revestimento de pavimento em edifícios industriais alimentícios.....	58
5. NORMAS E REGULAMENTOS	59
1.1.35. En 13813:2002 – espalhamento de resina sintética.....	59
1.1.36. Ec 1935/2004 – conformidade alimentar.....	59
1.1.37. Din en 13578 – produtos e sistemas para proteção e reparo de estruturas de betão – método de teste – compatibilidade de betão húmido quando exposto aos efeitos da humidade.....	60
1.1.38. Nbr 14050/1998 - sistemas de revestimentos de alto desempenho;.....	60
6. CONCLUSÃO	61
BIBLIOGRAFIAS	62
Referências bibliográficas.....	62
Outra bibliografia consultada	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Logotipo da Empresa Sika.....	1
Figura 3: Organograma da empresa.	5
Figura 4: Pavimento térreo de uma indústria.	11
Figura 5: Pavimentos industriais.	Error! Bookmark not defined.
Figura 6: Constituição dos pavimentos térreos industriais correntes.	12
Figura 7: Caracterização do pavimento.....	13
Figura 8: Laje de betão.	15
Figura 9: Área industrial.	17
Figura 10: Pavimentos comerciais.	18
Figura 11: Perfil de pavimentos de betão simples.....	20
Figura 12: Perfil de pavimentos em betão armado (malha única)	21
Figura 13: Perfil de pavimentos de betão armado (malha dupla).....	21
Figura 14: Pavimentos de betão com fibras.	22
Figura 15: Pavimento de betão armado pré-esforçado.	23
Figura 16: Revestimentos especiais em indústrias.	27
Figura 17: Camadas genéricas de pavimentos industriais.	28
Figura 18: Pavimento revestimento com endurecedor de superfície.	28
Figura 19: Equipamento Taber CS-17.....	30
Figura 20: Agregados minerais.	Error! Bookmark not defined.
Figura 21: Endurecedor sólido à base de agregados minerais.	31
Figura 22: Agregado metálico de ferro.	32
Figura 23: Revestimento com cerâmica antiácida.....	33
Figura 24: Revestimento à base de resina uretânica.	34
Figura 25: Revestimento à base da resina epóxi.	35
Figura 26: Conceituação de vida útil das estruturas de betão tomando por referência o fenómeno de corrosão de armaduras (HELENE, 1997).....	36
Figura 27: Retração em pavimentos industriais.	37
Figura 28: Superfície de betão que sofreu ataque químico.	38
Figura 29: Efeitos de acções químicas em pavimentos (cerâmicos) industriais.....	40
Figura 30: Pavimento de betão sofrendo ataques químicos.	41
Figura 31: Superfície de betão que sofreu ataque químico - desgaste.	42
Figura 32: Ataques ácidos em revestimentos cerâmicos.	43

Figura 33: Carbonatação em superfícies de betão.....	44
Figura 34: Efeito de abrasão em pavimentos de betão.	45
Figura 35: Danificação do pavimento pelo efeito de abrasão.....	46
Figura 36: Acção da cristalização em superfícies de betão.	47
Figura 37: Dilatação térmica em superfícies de betão.	48
Figura 38: Paul Schlack (químico alemão – Patenteou pela primeira vez a epóxida e amina.	49
Figura 39:(a) Da esquerda para direita: Paul Schlack (químico alemão), Dr. Pierre Castan (químico suíço) e Sylvan Greenlee (químico norte-americano); (b) Sylvan Greenlee (químico norte-americano).	49
Figura 40: (a) Líquido de resina epóxi; (b) Epicloridina.	50
Figura 41: Epóxi em (a) artigos desportivos; (b) bijuterias.	52
Figura 42: Epóxi em:(a) componentes electrónicos; (b) mainboard de computadores..	52
Figura 43: Parque de estacionamento aerounático.....	53
Figura 44: Revestimentos epóxi em: (a) Pavimentos de betão; (b) Pavimento industriais.	53
Figura 45:Pinturas à base de resina epóxi em: (a) Pavilhões desportivos; (b) Estradas.	54
Figura 46: Epóxi em: (a) Balcões de cozinha; (b) Restauração de madeira; (c) Candeeiros; (d) Cadeiras/Madeira.	54
Figura 47: Aplicação do pavimento epóxi.	55
Figura 48: Superfície da base antes da preparação (a); Superfície da base depois da preparação (b).	56
Figura 49: Lixadeira mecânica.	56
Figura 50: Distinção entre a superfície tratada e não tratada.....	56
Figura 51: Superfície da base preparada.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação segundo ACI (American Concrete Institute)	19
Tabela 2: Atribuições referentes às classes U.	24
Tabela 3: Atribuições referentes às classes P.	25
Tabela 4: Atribuições referentes às classes E.	25
Tabela 5: Tipo de substâncias utilizadas/frequência de utilização.	26
Tabela 6: Resultados do ensaio de resistência à compressão, segundo ASTM C109 – entre um CP tratado com endurecedor de superfície e outro não tratado.....	29
Tabela 7: Resultados do ensaio de resistência à abrasão.	30
Tabela 8: Vantagens e desvantagens da resina epóxi.....	58

RESUMO

O revestimento de pavimentos em edifícios industriais são parte do edifício de grande importância, por esta estar sujeita às solicitações contínuas de diferentes tipos de tráfegos ao longo do seu tempo de vida útil. Assim como, também, sujeitas a suportar diversas operações de movimentação de cargas, que são abrasivas e de grande impacto, por conta das condições ambientais devido aos processos de produção. E nisso, cabe ao revestimento poder apresentar-se em condições de responder eficientemente a estas enormes solicitações. Como também, garantir a durabilidade e as condições de higiene – e segurança – no local de produção – e do produto final. O objectivo deste trabalho é abordar o estudo e a identificação de várias patologias que geralmente surgem em pavimentos de indústrias e apresentar soluções alternativas para as mesmas, como o(s) tipo(s) de revestimento(s) alternativo(s) que pode(m) ser aplicado(s) para oferecer um melhor desempenho as indústrias. O estudo foca principalmente, no sector de confecção/produção de produtos alimentares incluindo bebidas (alcoólicas e não alcoólicas). A metodologia usada para a elaboração deste trabalho esteve voltada na busca de informações, investigações, consultas às normas e regulamentos nacionais/internacionais e consulta de bibliografias auxiliares referentes a pavimentos térreos industriais, revestimentos epóxis em pavimentos de edifícios industriais; pesquisas e consultas de informações com auxílio da internet, consultas ao técnico de laboratório da empresa onde o estágio profissional teve lugar. O estudo a respeito das resinas epóxis evidenciou claramente as inúmeras vantagens que se obtém na aplicação destes revestimentos, comparando aos cerâmicos. Como no caso da manutenção, higiene, durabilidade, desempenho e muito mais. Muitos benefícios são obtidos pelas indústrias alimentícias ao aplicarem estes revestimentos, pelo facto de estes atenderem ao que é exigido/recomendado pelas normas e regulamentos que estão ligados às indústrias do ramo em causa.

Palavras-chave: revestimentos; pavimentos de edifícios industriais; indústrias do ramo alimentar e bebidas; epóxis; normas e regulamentos nacionais/internacionais.

ABSTRACT

Floor coverings in industrial buildings are part of the building of fundamental importance, as it is subject to continuous demands from different types of traffic throughout its service life. As well as, subjected to several operation loading of, which includes abrasive friction, due to the conditions of the production processes. Is thus desirable that the floor covering is able to respond efficiently to these different demands. As well as guaranteeing durability and hygienic conditions – and safety – at the production site – and the final product. The objective of this work is to approach the study and identification of several pathologies that usually arise in floors of industries and to present alternative solution(s) for them, like alternative coverings that can be applied to offer best results to the industrie. The study focus mainly on the floor covering for industrial buildings devoted to the production of food and alcoholic and non- alcoholic drinks. The methodology used for the elaboration of this work was focused on searching for information, investigation and consultations to national/international norms and regulations regarding industrial ground floors, epoxy coatings on industrial building floors; research and consultation of information available on-line, consultations with the company's laboratory technician. The study on epoxy resins clearly showed the numerous advantages that are obtained in the application of these coatings, compared to ceramics concerning to the maintenance, hygiene, durability, performance and much more. Many benefits are obtained by the food industries when applying these coatings, because they satisfy what is required by the rules and regulations that are linked to the industries in this sector.

Keywords: coatings; floors of industrial buildings; food and beverage industry; epoxies; national/international rules and regulations.

1. APRESENTAÇÃO GERAL DE EMPRESA

A Sika Moçambique, Lda., subsidiária da empresa Suíça Sika AG (figura 1), foi criada em 2014. Em 2015, a Sika Moçambique, implantou a sua primeira unidade de produção, com instalações de uma fábrica e laboratório totalmente equipados, em Boane, zona de Beluluane, mais propriamente no Posto Administrativo da Matola Rio. A sua unidade fabril, produz uma gama completa de produtos com enfoque para a produção de uma linha de Aditivos Líquidos para Betão (aceleradores, retardadores, redutores de água, plastificantes, superplastificantes e impermeabilizantes) e outra linha de produtos de pós, derivados de cimento, em categorias como Impermeabilização, Selagem e Colagem, Remodelação, Pavimentos e Coberturas. Todos esses produtos estão associados a projectos de construção civil, como projectos de infra-estruturas, barragens de água, edifícios comerciais e de escritórios, residências e muitos outros.¹



Figura 1: Logotipo da Empresa Sika.²

Fonte: Grupo Sika

¹ <https://moz.sika.com/pt/sobre-nos/perfil-da-empresa.html>. Consultado em: 27/03/2022.

² www.sika.com. Consultado em: 27/03/2022.

1.1. Espírito Sika

Âmbito para o desenvolvimento

Embora esperemos que os nossos colaboradores atinjam os objectivos acordados, também consideramos a flexibilidade em termos de concepção de emprego, possibilidades de carreira internacional e trabalho de equipa como elementos essenciais para trabalhar na Sika.

Força e fiabilidade

Os nossos fundadores construíram a Sika sobre uma base de espírito pioneiro e empreendedor. E hoje a coragem de perseguir inovações é combinada com a força de perseverar. A Sika dedica-se a garantir um crescimento sustentável para manter e criar empregos a longo prazo.

Responsabilidade individual

A característica mais marcante dos colaboradores da Sika é a capacidade de desempenho combinada com um elevado grau de competência social: inovar, respeitar as diferentes opiniões e alinhar-se com os objectivos estratégicos. É a sua ambição actuar, distinguir-se e orgulhar-se dos seus resultados? Então a Sika é o lugar para estar.

Atmosfera de trabalho pragmático

A Sika promove um clima operacional em que os colaboradores se podem desenvolver de acordo com as suas qualificações profissionais e capacidades pessoais - procuramos um ambiente em que a inovação, o desempenho e o respeito mútuo se possam desenvolver. Um ambiente que encoraje os colaboradores a desempenhar, a fazer o que funciona e a conseguir que as coisas sejam feitas.

Novas formas de comunicação

Novas formas de comunicação ajudam a gestão e os colaboradores a ter sucesso no mercado global e apoiam o crescimento da Sika. Abraçamos as redes sociais e os espaços de trabalho digital colaborativo como a nossa intranet social - SikaWorld. Na Sika, os meios digitais contribuem para a criação e disseminação do conhecimento real, e são utilizados ao longo do nosso processo de recrutamento, formação de colaboradores e comunicação diária.

Marca sika

A marca Sika é reconhecida em todo o mundo como sinónimo de inovação, qualidade e serviço. A combinação do nosso logótipo Sika com a linha de produtos " A Construir Confiança" provou ser um activo valioso ao longo da nossa expansão global. Clientes em todo o mundo podem estar certos de que receberão a qualidade e serviço Sika onde quer que vejam o logótipo Sika.

Valor como fundação

Cliente Primeiro, Coragem para Inovar, Sustentabilidade e Integridade, Competência, Respeito e Gerir para Resultados - estes são os elementos que definem a Sika. Estes valores e princípios fornecem um ponto de referência para toda a força de trabalho global e estão firmemente estabelecidos em todas as empresas Sika. Assim, a nossa cultura de confiança, transparência e abertura tem uma base global firme.

1.2. Valores e princípios

Cinco princípios de gestão expressam a cultura corporativa e são a base do sucesso futuro:

O cliente em primeiro lugar

Todas as soluções Sika são concebidas tendo em mente o sucesso dos clientes, para construir relações duradouras e mutuamente benéficas em vez de se concentrarem em negócios de curto prazo. Esta atitude é enfatizada pela afirmação da empresa.

Coragem pela inovação

O sucesso e a reputação da Sika é baseado na sua longa tradição de inovação. Assim, o núcleo do negócio é a gestão da inovação e o foco no desenvolvimento de produtos de qualidade e as melhores soluções para os clientes.

Sustentabilidade e integridade

A Sika tem uma perspectiva de longo prazo do desenvolvimento do negócio e age com respeito e responsabilidade para com os seus clientes, accionistas e colaboradores. A Sika opera com um forte foco na segurança, qualidade, ambiente, tratamento justo, envolvimento social, crescimento responsável e criação de valor.

Ao longo de tudo isto, a Sika coloca a segurança em primeiro lugar. O bem-estar e saúde dos colaboradores e parceiros é um pré-requisito para o sucesso da Sika. Criar ambientes de trabalho seguros é sempre uma prioridade máxima.

A Sika não compromete a integridade e aplica elevados padrões éticos ao seu trabalho. O "Código de Conduta" da Sika define os padrões e regras de comportamento para a empresa e para todos os seus colaboradores

Fortalecimento e respeito

A Sika acredita na competência e no espírito empreendedor dos seus colaboradores. A Sika fomenta relações de trabalho de confiança e respeito e não exerce autoridade de formas puramente formais. Os colaboradores da Sika gostam de trabalhar em estreita parceria uns com os outros, com os clientes, fornecedores e accionistas.

O clima de trabalho é de aspiração e inspiração. A Sika dá poder aos seus colaboradores para desenvolver e propor novas ideias. A Sika delega decisões e responsabilidades ao nível de competência.

A Sika pretende implementar as unidades organizacionais tão descentralizadas quanto possível e estabelecer organizações planas com um amplo leque de controlo. À formação e desenvolvimento dos colaboradores é dada alta prioridade. A Sika pretende desenvolver os seus líderes para o futuro e foca-se em candidatos internos para promoções.

Gerir para resultados

A Sika tem como objectivo o sucesso e orgulha-se de alcançar continuamente resultados excepcionais e de superar os seus mercados. A empresa persegue a visão e as metas com persistência e uma visão de longo prazo.

A Sika acredita em responsabilidades individuais. As funções e projectos serão claramente atribuídos. A Sika tem referências transparentes para o desempenho financeiro seguindo uma estratégia definida. A avaliação do desempenho é baseada na quota de mercado, crescimento das vendas, rentabilidade e eficiência do capital.

1.3. Estrutura organizacional

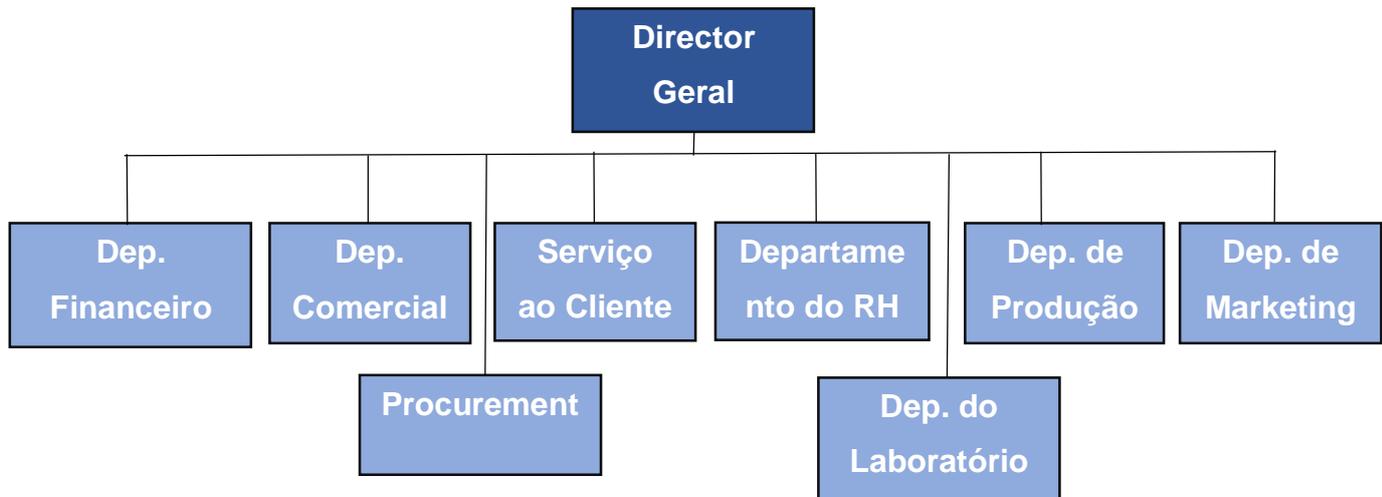


Figura 2: Organograma da empresa.

Fonte: Grupo Sika

1.4. Área de afetação do estagiário

Durante o período semestral (16 semanas) que compreenderam o tempo para a realização do estágio profissional, foram dadas responsabilidades e estabelecidos os objetivos a serem alcançados. O estagiário, sendo parte integrante da equipe do departamento comercial, teve como principal foco de trabalho especializar-se na área ligada aos pavimentos de indústrias de ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas).

Inicialmente, o estagiário foi apresentado o projecto de busca e recolha de dados a respeito das indústrias do ramo alimentar e de bebidas (alcoólicas e não alcoólicas) de todo o país, e foram disponibilizadas as informações e documentos necessários para tal fim. Tendo também obtido, os regulamentos necessários para melhor integração no projecto.

As principais actividades desenvolvidas pelo estagiário foram:

- A investigação das indústrias de ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas) do país;
- O contactar as indústrias e a recolha de dados como: localização, contactos, linhas de produção e dimensões das indústrias;

- A marcação e realização de encontros e reuniões com os directores e responsáveis das instituições estatais – Instituto de Algodão e Oleaginosas (IAO), Direção Nacional das Indústrias (DNI) -, instituições fabris e departamentos do mesmo sector;
- A obtenção e apreciação dos regulamentos nacionais usados para reger as indústrias – de ramo alimentar e bebidas - do país;
- A análise e comparação das normas e regulamentos nacionais/internacionais ligados as indústrias do ramo alimentar e de bebidas;
- A visita as indústrias de ramo alimentar e bebidas; e
- O acompanhamento do trabalho de aplicação do revestimento da resina epóxi.

2. INTRODUÇÃO

2.1. Enquadramento geral

O conceito de pavimento industrial surgiu associado ao aparecimento das primeiras indústrias, ou seja, surgiu na época em que se deu a Revolução Industrial, no final do século XVIII (Resende de Sá, 2009).³

O desenvolvimento da tecnologia de materiais de construção tem se apresentado notório ao longo dos anos que se passam e a sua implementação e aplicação a um ritmo elevado. Por essa razão, há por vezes, impossibilidades em acompanhar este progresso da evolução, pela necessidade de se realizar estudos exaustivos dos materiais, antes da sua comercialização e a aplicação no mercado.

A falta de conhecimento à respeito das características, eficiência e as limitações desses novos materiais, abre portas para aplicações indevidas, isso pode se dar no caso da não adequação do material ao local, assim como pela falta de especialização da mão-de-obra para a aplicação do mesmo.

Diferente dos edifícios não industriais, onde apesar de em alguns casos, o revestimento cerâmico em pavimentos ser aplicado - conforme têm se visto - em várias indústrias, a sua aplicação, nem sempre responde às condições de serviço em que o pavimento fica sujeito, pelo elevado tráfego da maquinaria e do pessoal; pelas condições ambientais a que ficam sujeitas – variações bruscas de temperatura - entre outras condições de serviço.

No caso de indústrias de ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas) particularmente, vários pormenores além destes devem ser atendidos, tendo em conta a rigorosidade que é exigida para a garantia da qualidade dos produtos e do próprio ambiente onde são confeccionados os produtos, principalmente na questão da sua higiene.

Por essa razão que a higiene, durabilidade, resistência, segurança, estética e facilidade de limpeza, devem ser garantidas.

³ Resende de Sá, R. *et al. Pisos Industriais de Concreto*. Informativo Técnico REALMIX Nº 3, 3/12/2009, página 1, Realmix, Aparecida de Goiânia.

Assim, torna-se de especial importância fazer o a abordagem e apresentação deste trabalho com a finalidade de mostrar e comprovar a necessidade de optar-se por um revestimento que melhor poderá responder a essas exigências apresentadas pelas normas quando se trata de Indústrias - particularmente do ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas).

2.2. Formulação do problema

Necessidades

- Garantir a resposta adequada do revestimento do pavimento das indústrias às exigências requeridas pelos regulamentos e normas nacionais/internacionais;
- Reduzir a troca constante de material de revestimento inadequado das indústrias de produção alimentar – em caso de materiais cerâmicos. Nesse caso, racionalizar os custos associados a manutenção do mesmo e estender o intervalo de tempo ligado a tais de manutenções;
- Assegurar a funcionalidade do pavimento em diversas condições de ambiente de serviço.

Problema de pesquisa

Em indústrias alimentícias em geral, observa-se que durante os processos industriais, na fabricação dos produtos, uma série de degradações ocorre nos pisos das áreas produtivas que começam a aparecer com um nível de desgaste acentuado, fissuras, deslocamentos de camadas, desgaste ou deterioração de juntas e outras anomalias que são as formas de manifestação dessas patologias. Essas deteriorações são agravadas pelos produtos químicos que são utilizados e gerados durante o processo de produção e durante as limpezas. Com isso, a pergunta que surge é a seguinte:

Como resolver todos esses inconvenientes com a devida eficácia e garantia naquilo que se pretende aplicar nos sectores industriais, respeitando as exigências regulamentares que falam à respeito de pavimentos em indústrias e garantia da higiene na produção dos produtos alimentícios?

Soluções alternativas

- Utilização de outros/novos tipos de revestimentos de pavimentos;
- Adequada preparação da base antes aplicação do revestimento pretendido;
- Melhoria dos procedimentos para a manutenção dos pavimentos.

2.3. Objectivos

Geral

O presente trabalho tenciona apresentar a necessidade e vantagens da aplicação de pavimentos contínuos, nesse caso, revestimentos à base da resina epóxi de modo a garantir que os pavimentos em indústrias de ramo alimentar e de bebidas (alcoólicas e não alcoólicas) apresente a qualidade que esteja de acordo com os requisitos e exigências demandadas pelos regulamentos e normas nacionais/internacionais.

Específicos

Não se pretende com este trabalho apresentar um regulamento sobre a aplicação de revestimentos na base da resina epóxi, mas sim, fornecer informação necessária e relevante a respeito de anomalias comuns e as causas associadas, para que, sendo possível, se proceda com um diagnóstico mais claro e se aplique melhorias na qualidade dos pavimentos de edifícios industriais. Com os seguintes objectivos:

- Garantir que os pavimentos apresentem um bom isolamento térmico;
- Garantir que a higiene do local onde se realiza a confecção dos produtos – assim como também do produto final em si, seja segura e atenda as exigências colocadas pelas normas e regulamentos;
- Permitir que haja extensão do intervalo do tempo de manutenção dos pavimentos contínuos;
- Garantir a funcionalidade do pavimento em ambientes com elevado tráfego da maquinaria;
- Garantir que os pavimentos ofereçam uma boa resposta de desempenho em ambientes onde há acentuada variação de temperatura.

2.4. Delimitação do trabalho

No presente trabalho, irá se abordar a respeito de algumas desvantagens e inconveniências que os revestimentos cerâmicos apresentam quando aplicados em indústrias, e em contrapartida, apresentar as vantagens – e a necessidade – da aplicação dos revestimentos epóxis em pavimentos de edifícios industriais. Especificamente, indústrias de ramo alimentar e bebidas (alcoólicas e não alcoólicas): os tipos de revestimentos que são aplicados; as patologias que comumente surgem nessas indústrias devido ao ambiente de trabalho ao qual se encontram sujeitas; a manutenção que é realizada para manter o desempenho do mesmo; as condições de higiene que é indispensável garantir por se tratar de um ramo de produtos consumíveis (alimentos e bebidas): as soluções que devem ser aplicadas para a resolução dessas patologias e a abordagem dos resultados que as soluções oferecem.

O trabalho não fará a abordagem e nem a comparação de revestimentos que são usados em edifícios industriais de outros países, apenas se focará no caso dos edifícios industriais nacionais e dos revestimentos que são aplicados.

Não se fará abordagem da aplicação da resina epóxi em pavimentos de edifícios residenciais, comerciais, estudantis e nem em outros ramos industriais diferentes do que já foi abordado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Pavimentos térreos indústrias: sua evolução e importância

O conceito de pavimentos industriais (fig. 3) surgiu associado ao aparecimento das primeiras indústrias, ou seja, surgiu na época em que se deu a Revolução Industrial, no final do século XVIII. A indústria têxtil foi uma das primeiras indústrias a desenvolver-se. Para corresponder às exigências de indústrias como esta, o pavimento das instalações têxteis seria constituído por materiais característicos da época, como é o caso da madeira e de materiais cerâmicos, e com uma estrutura simples. No entanto, com o evoluir dos tempos, foram surgindo outras indústrias como a indústria metalomecânica ou a siderurgia, as chamadas indústrias pesadas, que tinham exigências mais específicas em relação às suas instalações, nomeadamente quanto à área de implantação dos seus equipamentos, sendo que o pavimento deveria respeitar certas características funcionais como a resistência mecânica, resistência à abrasão e a resistência ao choque (Resende de Sá, *et al.*, 2009).



Figura 3: Pavimento térreo de uma indústria.

Fonte: 2016 – Página 2 – PAVIPUL

O pavimento térreo industrial é um dos elementos mais importantes, e sobre o qual devem recair maiores cuidados, de qualquer edifício utilizado para indústria. Sendo assim, é imperativo que o pavimento cumpra todas as exigências funcionais, tendo em conta o tipo de utilização a que se destina, apresentando um desempenho adequado às acções a que vai estar submetido. Para isso, existem vários aspectos a ter em conta na execução do pavimento e na composição das várias camadas que fazem parte de um

pavimento térreo industrial. A seguir, irá se analisar a constituição de um pavimento térreo industrial (Ricardo Pacheco, 2015).

3.2. Constituição dos pavimentos térreos industriais correntes

Num pavimento térreo (figura 4), identificam-se normalmente as seguintes camadas constituintes:

- Subleito de fundação;
- Sub-base e/ou base;
- Barreira de vapor;
- Laje de betão;
- Superfície de protecção e desgaste.

A base ou sub-base e a camada de betão desempenham a muito importante dentro das camadas que compõem o pavimento térreo industrial, uma vez que são estratos que apresentam uma função estrutural e são capazes de absorver e dissipar as cargas estáticas e dinâmicas que são transmitidas ao pavimento. Também a superfície de desgaste e protecção do pavimento é importante já que esta é a camada que protege o pavimento da agressividade dos agentes físicos e químicos, não esquecendo a sua forte componente estética (Resende Sá, *et. al.*, 2009⁴, apud Pacheco, 2015, pag. 6).

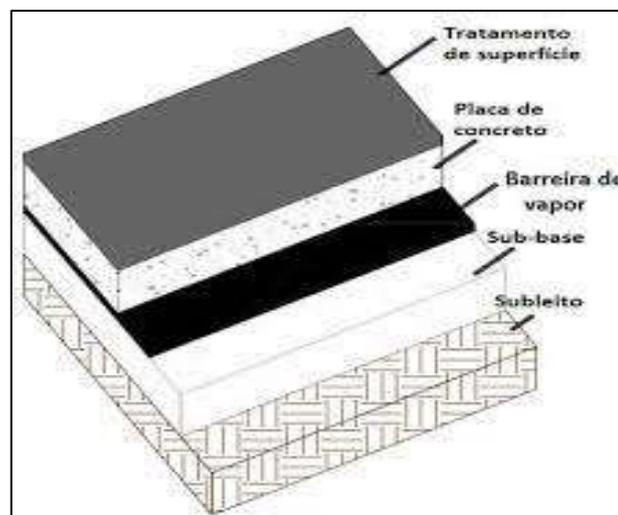


Figura 4: Constituição dos pavimentos térreos industriais correntes.⁵

⁴ Resende de Sá, R. *et al. Pisos Industriais de Concreto*. Informativo Técnico REALMIX Nº 3, 3/12/2009, página 1, Realmix, Aparecida de Goiânia.

⁵ Fonte: Corte ilustrativo de um pavimento térreo industrial – Pesquisa Google;

Subleito da fundação

O subleito da fundação de um pavimento térreo industrial corresponde ao terreno da fundação, ou seja, deve ser uma camada bastante compacta. Esta camada deve apresentar as características de suporte adequadas ao pavimento e às cargas a que este vai ser sujeito ao longo do seu período de vida útil. Quando o terreno não apresenta um nível de resistência capaz de suportar as acções transmitidas pelo pavimento pode ser necessário recorrer ao reforço do terreno através de processos de estabilização de solos, como mistura com cimento. A determinação das características e propriedades do solo de fundação, como por exemplo a sua resistência é feita através de ensaios laboratoriais ou ensaios *in situ*. (Pacheco, 2015, pag. 7)

Sub-base e/ou base

O objectivo é proporcionar uma base (nº 2 da figura 5) estável de trabalho para a execução do pavimento, garantir uma plataforma mais plana possível para a execução da laje de betão e assegurar a transmissão das cargas ao subleito de fundação. Estas camadas são normalmente constituídas por materiais granulares como agregados de granulometria extensa (*tout-venant*⁶), brita ou pela mistura de materiais granulares com cimento, como o grave-cimento (Anapre *et al.*, 2009⁷, apud Pacheco, 2015, pag. 8).

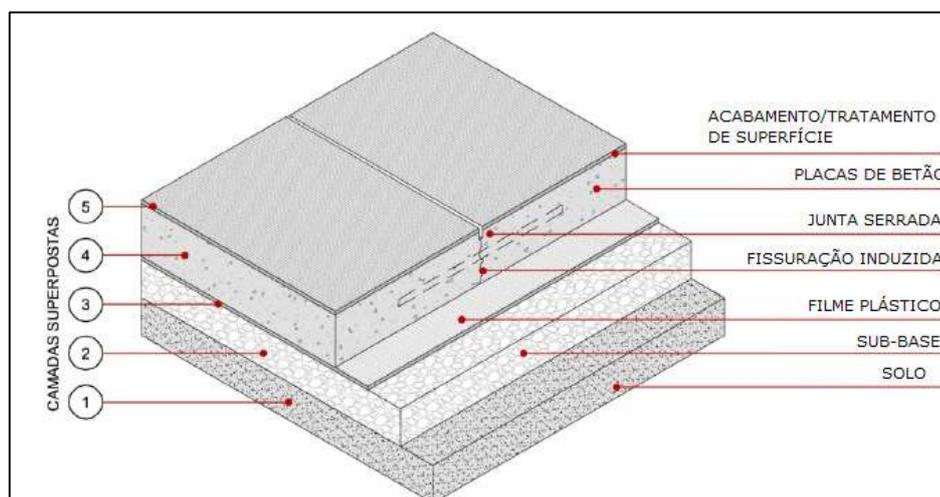


Figura 5: Caracterização do pavimento.⁸

⁶ **Termo de origem francesa** referente a material de mina ou pedreira utilizado antes de qualquer tratamento. Agregado britado de granulometria extensa. Agregado não seleccionado. Agregado bem graduado. Gravelha. (Fonte: <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/tout-venant>>).

⁷ ANAPRE. *O Sistema Pavimento Industrial*. 2009.

⁸ **Fonte:** Corte ilustrativo de um pavimento térreo industrial – Pesquisa Google - Google Search. Consultado em 23/03/2022.

Barreira de vapor

A colocação da barreira para-vapor no pavimento surge com a necessidade de diminuição do atrito existente entre a laje do pavimento e a camada de base ou sub-base. As barreiras, também protegem em relação a outros factores, como por exemplo, na diminuição da probabilidade de ocorrência de fenómenos de humidade ascensional (com tendência a subir). Usualmente as barreiras utilizadas neste tipo de pavimento são realizadas em plástico de polietileno, mas podem apresentar outra a composição dependendo dos requisitos a que o pavimento deve obedecer (Anapre, *et. al.*, 2009⁹, apud Pacheco, 2015, pag. 7).

Laje de betão

A laje de betão (figura 6) consiste no elemento constituinte do pavimento que suporta directamente as acções mecânicas a que o pavimento está sujeito. A constituição da laje de betão pode ser apenas à base de betão simples, betão armado ou betão pré-esforçado. Existem vários cuidados a ter na concepção desta camada, uma vez que é necessário ter em conta as solicitações que o pavimento vai suportar e, perante este facto, realizar o dimensionamento estrutural correcto de modo a que o pavimento responda da melhor forma a essas solicitações (Anapre, *et. al.*, 2009, apud Pacheco, 2015, pag. 7).

⁹ ANAPRE. *O Sistema Pavimento Industrial*. 2009.

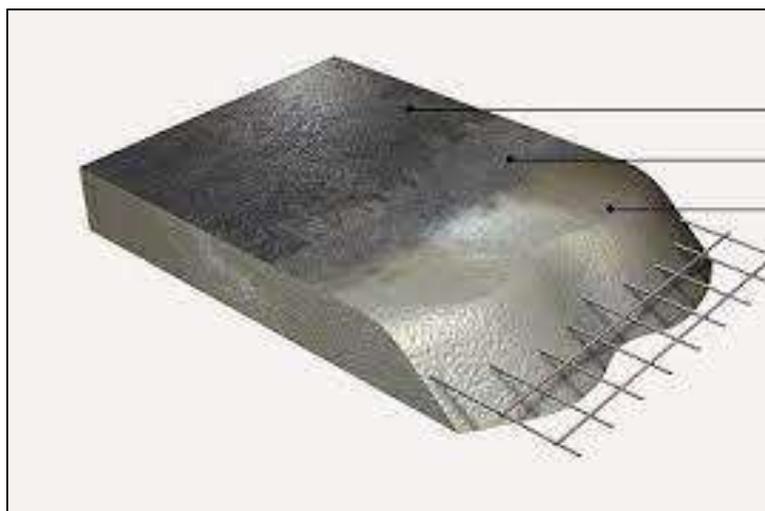


Figura 6: Laje de betão.¹⁰

Superfície de protecção e desgaste

A superfície de desgaste e protecção do pavimento que também pode ser materializada por um revestimento da laje de betão é importante no controle de aspectos relacionados com a segurança, saúde e higiene, assim como todo um conjunto de requisitos e exigências funcionais. Esta superfície de desgaste ou revestimento de piso deve apresentar as seguintes características (Sousa, *et. al.*, 2007¹¹, apud , apud Pacheco, 2015, pag. 7):

- Resistência química;
- Resistência ao impacto;
- Resistência térmica;
- Resistência ao escorregamento;
- Resistência ao fogo;
- Resistência a radiações UV;
- Manutenção e limpeza simples e pouco dispendiosas (Nascimento, 1984, apud , apud Pacheco, 2015).

¹⁰ **Fonte:** Corte ilustrativo de um pavimento térreo industrial – Pesquisa Google - Google Search. Consultado em 23/03/2022.

¹¹ Sousa, A., Brito, J., Branco, F., *Requisitos dos produtos e materiais utilizados em reparações de revestimentos de piso.* Actas do 3º congresso nacional da construção-Construção 2007, 17 a 19 Dezembro 2007, Universidade de Coimbra, 1-11, Flor de Utopia, Coimbra.

3.3. Classificação e tipificação de pavimentos térreos industriais mais correntes

Os pavimentos térreos industriais e os seus componentes podem ser classificados segundo diferentes critérios. São apresentadas as seguintes classificações que estão associadas a pavimentos térreos industriais (Pacheco, 2015, pag. 8):

- Quanto à utilização do edifício;
- Quanto a camada estrutural de betão;
- Quanto ao tipo de revestimento (UPEC)¹².

De referir que os pavimentos também podem ser classificados quanto ao tipo de fundação, podendo estes apresentar a fundação directa ou indirecta. Neste caso, como os pavimentos em estudo são pavimentos térreos, é certo que estes são realizados por fundação directa uma vez que a laje de pavimento se encontra apoiada em toda a extensão do mesmo. (Pacheco, 2015, pag. 8)

Classificação quanto a utilização do edifício

Os pavimentos térreos industriais podem ser classificados quanto à utilização do edifício sendo duas classificações distintas: a classificação segundo a Anapre e classificação a ACI:

Classificação segundo ANAPRE (Associação Nacional De Pisos E Revestimentos De Alto Desempenho)

A Anapre propõe uma classificação dos pavimentos quanto à sua utilização, englobando cinco áreas principais: as áreas industriais, as áreas de armazenagem, os sistemas vários, as áreas de estacionamento e os pavimentos comerciais. A seguir, é apresentada esta classificação (Cristelli, 2010):

a. Áreas industriais:

Nesta área (fig. 7), o pavimento e as suas condições são essenciais para uma produção satisfatória, por ser solicitado por várias cargas com origem em várias infra-estruturas, o que pode impossibilitar a implementação de certos tipos de soluções.

Em fase de projecto, é necessário ter cuidados especiais, tendo em conta alterações da organização espacial devido à chegada de novos equipamentos. O uso de RAD

¹² University Paris-Est Créteil

(Revestimentos de Alto Desempenho) contribui para a protecção em relação a agentes agressivos, facilidade de limpeza e higiene, aspectos técnicos e sinalização de controlo de fluxos.



Figura 7: Área industrial.¹³

b. Áreas de armazenagem

O pavimento deve ser tido como equipamento de produção, uma vez que afecta directamente a produtividade dos centros de distribuição.

O pavimento deve ser formado por placas de grande dimensão, com um número de juntas reduzido, lajes de betão armado convencional, com fibras ou pós-tensionado evitando patologias nas juntas.

Emprego de endurecedores de superfície, garantindo resistência elevada à superfície devido à forte solicitação de esforços de abrasão.

c. Pavimentos rígidos e sistemas viários

Este é um tipo de pavimento que se refere as vias de comunicação referentes e indispensáveis ao funcionamento de indústrias, áreas de estacionamento, etc. Quando o pavimento é reforçado, pode apresentar espessuras superiores a 14 cm e o pavimento, que se encontra ao ar livre, é exposto a cargas e a tensões térmicas muito elevadas.

¹³ **Fonte:** [chão industrial - Google Search](#). Visitado em: 23/03/2022.

d. Áreas de estacionamento

Neste caso, o tipo de pavimento apresenta maior resistência ao desgaste e à acção de ataques químicos e maior durabilidade, apresentando também, custos de manutenção menores do que os pavimentos asfálticos.

Empregando equipamentos mais pequenos, apresenta melhor logística de execução em locais fechados e pisos subterrâneos.

e. Pavimentos comerciais

Neste caso, os pavimentos (figura 8) apresentam a flexibilidade como elemento de fundação de paredes e *mezaninos*¹⁴ e a aplicação de endurecedores de superfície com pigmentação adequada contribuem grandemente na estética do próprio pavimento, oferecendo uma aparência mais agradável.



Figura 8: Pavimentos comerciais.¹⁵

¹⁴ **Pisos mezaninos** criam espaços adicionais de armazenamento ou de trabalho em armazéns, centros de distribuição, escritórios ou qualquer outra área com altura disponível. Fonte: <https://universal-storage.co.za/mezzanine-flooring/>

¹⁵ **Fonte:** [pavimentos comerciais](#) - Google Search. Consultado em 23/03/2022

Classificação segundo ACI (*American Concrete Institute*)

Os pavimentos podem também ser classificados mediante classes que fazem uma previsão acerca do tipo de tráfego específico. Na tabela a seguir é apresentada a classificação proposta pela ACI para pavimentos industriais:

Tabela 1: Classificação segundo ACI (*American Concrete Institute*).

Classe	Tipo tráfego	Utilização	Condições especiais	Acabamento final
5	Veículos industriais com rodas pneumáticas	Pavimentos industriais – locais de produção e armazenamento	Solo uniforme e bem executado	Utilização intensiva de talocha mecânica
			Executar juntas indispensáveis	
			Resistência à abrasão garantida	
			Tempo de cura adequado	
6	Veículos industriais pesados com rodas rígidas	Pavimentos Industriais sujeitos a tráfego pesado, com possível impacto de cargas.	Semelhante ao anterior	Aplicação de endurecedores de superfície
			Assegurar transmissão de cargas	Utilização intensiva de talocha mecânica
7	Veículos industriais pesados com rodas rígidas	Pavimentos com camadas superficiais, aplicadas em segunda fase, sujeito a tráfego forte e choque	Camada de betão: uniforme e bem executada, com reforço; juntas necessárias; adequadas condições de cura; superfície nivelada. Preparação Superficial para todas as operações relativas ao acabamento.	Preparação da superfície para todas as operações necessárias ao acabamento superficial
			Camada superficial: aplicação de endurecedor de superfície; condições de cura correctas	Utilização intensiva de talocha mecânica

Fonte: Cristelli, 2010.

Classificação tendo em conta a camada estrutural de betão

Quanto à classificação considerando a camada estrutural de betão, pode classificar-se os pavimentos térreos industriais em quatro tipos distintos: pavimentos de betão simples, pavimentos de betão com armadura convencional ou electrosoldada, pavimentos de betão com fibras e pavimentos de betão com armadura de pré-esforço.

a. Pavimentos de betão simples

Este tipo de pavimento térreo (figura 9) é o único em que a camada estrutural é totalmente constituída por betão, ou seja, não tem na sua composição qualquer tipo de armadura. Desta forma, o betão apresenta-se como o único material capaz de resistir a esforços de flexão. Devido ao facto de o betão ser um material que tem uma resistência muito reduzida à tracção e de este tipo de pavimento não possuir armadura, o pavimento vai ter que ser mais espesso e as placas de betão terão que ter dimensões menores, aumentando assim consideravelmente o número de juntas a realizar, tentando desta forma minimizar a ocorrência de fissuração. A aplicação deste tipo de pavimentos é realizada sobretudo em um elevado número de juntas (Cristelli, 2010).

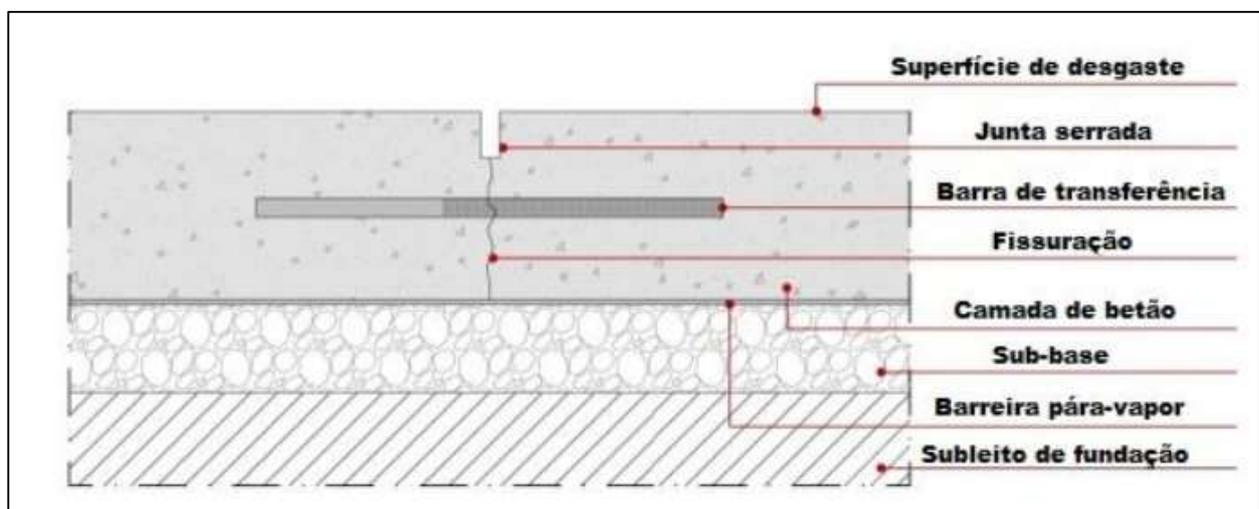


Figura 9: Perfil de pavimentos de betão simples.¹⁶

b. Pavimentos de betão com armadura convencional ou malha electrosoldada

Composto por armadura convencional ou por armadura electrosoldada, este é um tipo de pavimento em betão armado que é constituído por uma única camada de betão simples e pode também conter uma (fig.10) ou duas armaduras (fig.11) ou malhas electrosoldadas. No caso de se verificar a utilização de malhas, o número de juntas

¹⁶ Fonte: Cristelli, 2009.

existentes no pavimento vai ser muito menor quando comparado com os pavimentos em betão simples. A posição em que são colocadas as malhas deve ser tal de modo a que seja garantido um recobrimento mínimo adequado à solução (Cristelli, 2010).

Devido à retracção do betão, os pavimentos que apresentam armadura distribuída contínua devem apresentar descontinuidades na armadura em certas zonas, locais esses onde vão ser realizadas juntas serradas no pavimento para evitar a ocorrência de fenómenos de fendilhação. Nas zonas onde estão localizadas as juntas serradas devem ser colocadas, na camada betão, meios de transferência de carga e um selante adequado nas juntas (Cristelli, 2010).

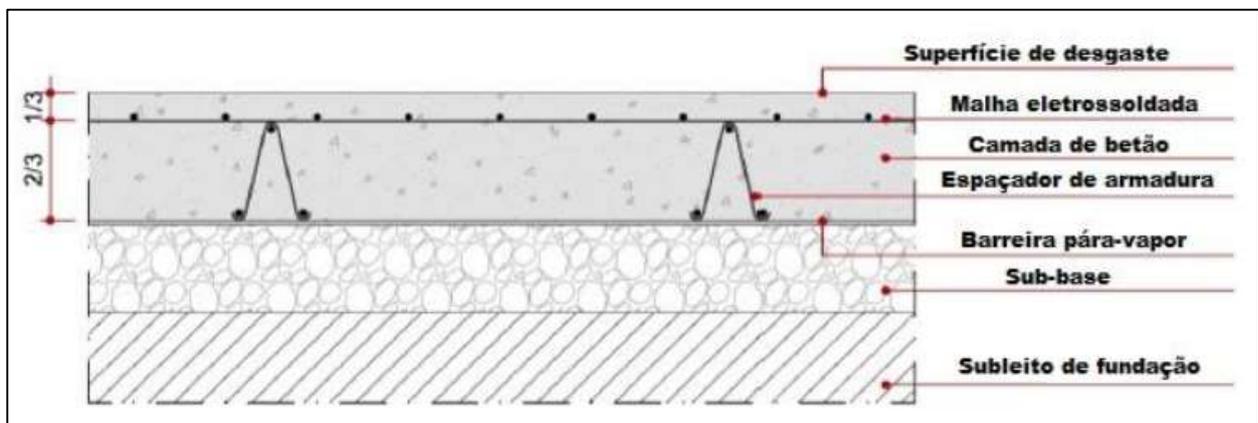


Figura 10: Perfil de pavimentos em betão armado (malha única)

Fonte: Cristelli, 2009. (pag.35)

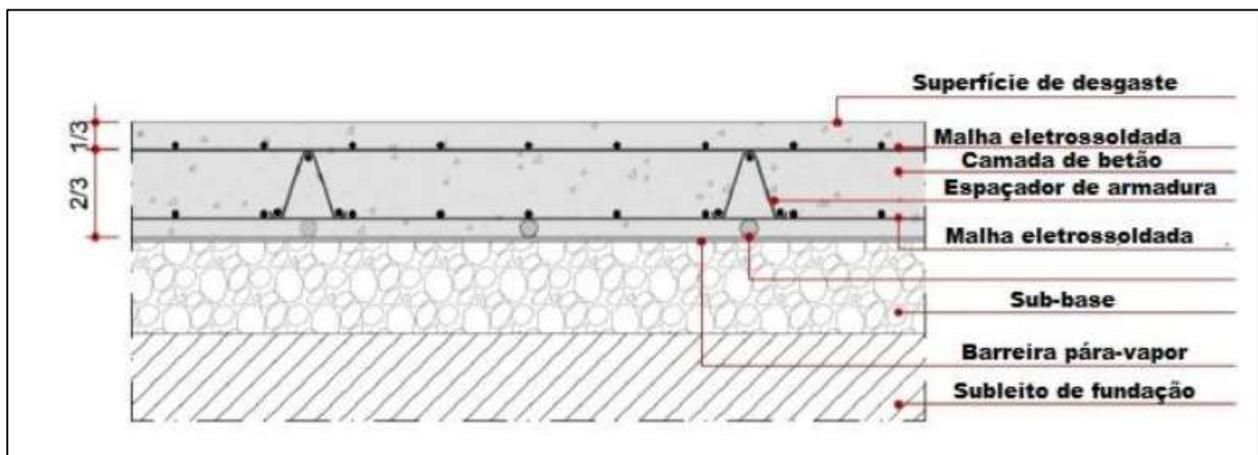


Figura 11: Perfil de pavimentos de betão armado (malha dupla).

Fonte: Cristelli, 2009. (pag.37)

c. Pavimentos de betão com fibras

Estes pavimentos têm como principal particularidade o facto de terem sido adicionadas fibras (fig.12) ao betão, que se encontram totalmente dispersas por toda a área de betão. Estas fibras, para além de conferirem ao betão características distintas das que se possui normalmente, vão ter um papel importante no que diz respeito ao controlo da fendilhação pois, quando estas interceptam uma fissura, vão permitir que haja uma transmissão de esforços e correspondente redistribuição de tensões. Desta forma, quando comparado com os pavimentos de betão simples estes pavimentos vão apresentar um número muito menor de juntas (Cristelli, 2010).

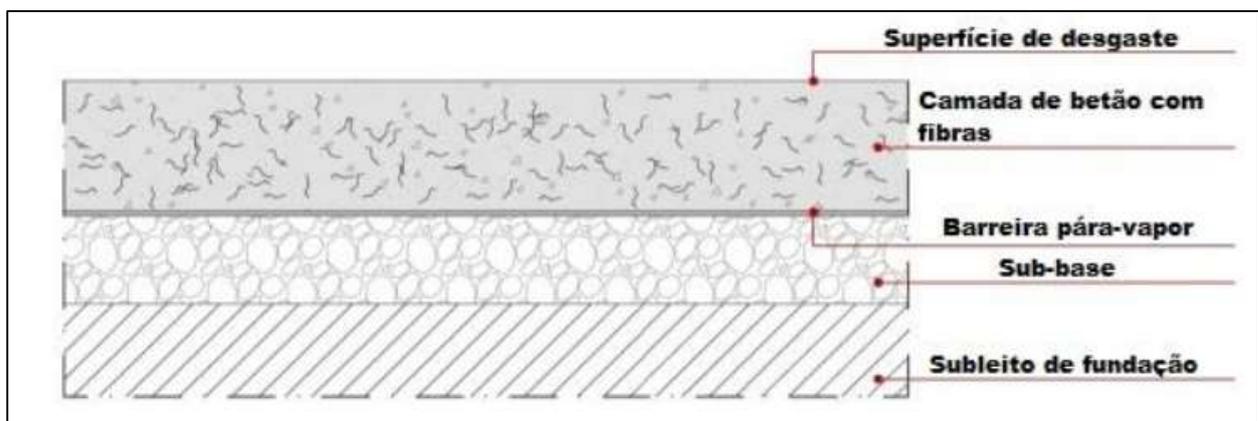


Figura 12: Pavimentos de betão com fibras.

Fonte: Cristelli, 2009. (pag.40)

d. Pavimentos de betão com armaduras de pré-esforço

A inserção de cabos de pré-esforço no betão tem como grande objectivo de instalar no betão um estado de compressão numa fase anterior à acção das cargas provenientes do exterior. O pré-esforço vai fazer com que a resistência à tracção do betão aumente, uma vez que o valor da carga a partir da qual se dá a fendilhação do betão corresponde à resistência característica à tracção do betão mais o estado de compressão imposto pelo cabo de pré-esforço (Cristelli, 2010).

O betão vai apresentar assim, uma permeabilidade mais reduzida, uma vez que o betão se encontra comprimido. Este tipo de pavimento vai apresentar um número reduzido de juntas, o que vai permitir que as patologias associadas a defeitos na altura da execução das mesmas vão ser menores. No entanto, este é um tipo de pavimentos que exige uma maior capacidade técnica e tecnológica e um maior controlo na fase de execução. Este tipo de solução apresenta muito pouca utilização no nosso país (Cristelli, 2010).

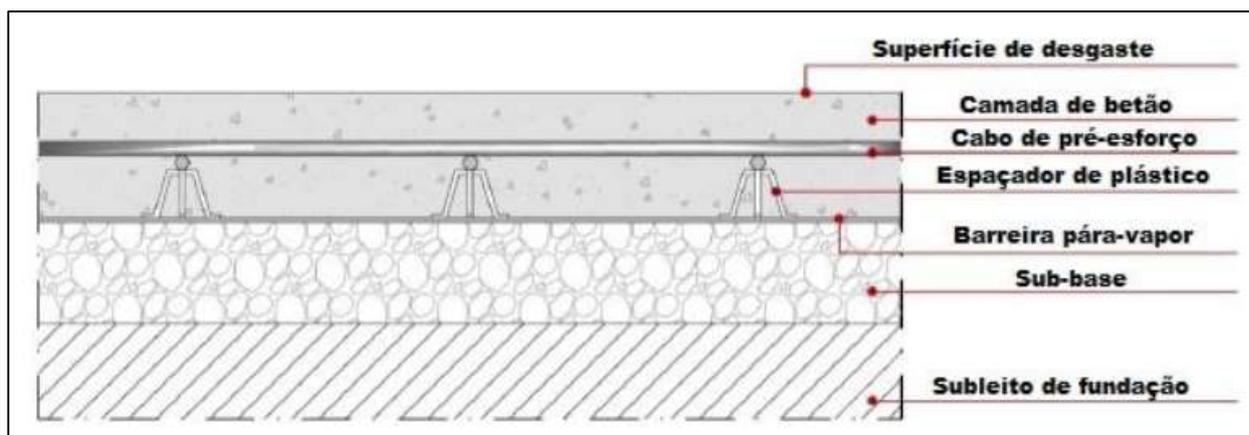


Figura 13: Pavimento de betão armado pré-esforçado.

Fonte: Cristelli, 2009. (pag.39)

Classificação quanto ao tipo de revestimento (UPEC)

A classificação UPEC foi desenvolvida pelo “*Centre Scientifique Bâiment*” (CSTB) com o objectivo de obter uma caracterização em relação ao parâmetro de durabilidade dos revestimentos de pisos. Esta classificação é mais direccionada para a análise de revestimentos de pisos delgados, utilizada tanto na avaliação de revestimentos de pisos interiores aplicados em locais administrativos, hospitais, escolas, locais da indústria hoteleiras e em edifícios de habitação, como na apreciação de revestimentos de pisos a solicitações mecânicas moderadas ou elevadas aplicados em armazéns, oficinas, áreas fabris ou parques de estacionamento (Abrantes, 2004¹⁷, apud Pacheco, 2015).

Dois factores muito importantes que esta classificação tem em conta são as condições de utilização que o local apresenta, bem como a quantidade inerente ao revestimento do pavimento. Se tivermos em consideração apenas o parâmetro durabilidade. Um determinado revestimento pode ser considerado adequado para um certo local desde que o revestimento apresente uma classificação UPEC igual ou superior à classificação atribuída ao local (Abrantes, 2004, apud Pacheco, 2015).

A classificação que é realizada relativamente ao local de aplicação do revestimento e ao próprio revestimento é feita da mesma forma, existindo uma pequena diferença na avaliação do parâmetro “durabilidade”. A classificação dos locais é realizada em função de actuação mais ou menos severa dos agentes físicos e **químicos** sobre o pavimento. E a classificação dos revestimentos é feita tendo em consideração os diferentes **tipos e**

¹⁷ Abrantes, V. *Pavimentos*. Apontamentos da disciplina de Tecnologia das Construções, SCC, FEUP, 2004.

graus de resistência que estes apresentam em relação à acção dos agentes físico-químicos (Abrantes, 2004, apud Pacheco, 2015).

A caracterização de um revestimento segundo esta classificação, é feita através da atribuição de um peso a um conjunto de quatro letras que estão directamente associadas a outros quantos índices. No caso dos revestimentos, esses índices representam **níveis distintos de resistência** face a agentes deterioradores e, no caso dos locais de aplicação, a sila UPEC representa as diferentes severidades de utilização (Abrantes, 2004, apud Pacheco, 2015):

U – Resistência ao uso: diz respeito ao uso envolvendo os efeitos da circulação normal das pessoas, abrasão, despolimento, sujidade, engorduramento, vincos, alteração da textura dos pelo (1, 2, 2s, 3, 3s, 4);

P – Resistência ao punçamento: refere-se aos efeitos causados por pés e rodas de móveis, queda de objectos, tacões pontiagudos, cortes, mossas, arrancamentos (1, 2, 3, 4, 4s);

E – Acção da água: avalia a acção da água e humidade (0, 1, 2, 3);

C – Acção de produtos químicos e domésticos: refere-se a efeitos químicos ou físico-químicos de produtos domésticos – alimentares, limpeza, farmacêuticos, químicos, nódoas indesejáveis que afectam a durabilidade (0, 1, 2, 3) (Flores, *et al.* 2015, apud Pacheco, 2015).

De seguida, são apresentados alguns quadros que apresentam as atribuições associados aos índices referentes à classificação UPEC.

Tabela 2: Atribuições referentes às classes U.

Tipo de ocupação	Intensidade de circulação	Classe U
Individual	Moderada	U_1
	Normal	U_2
	Intensa	U_{2s}
Colectiva	Moderada	U_{2s}
	Normal	U_3
	Intensa	U_{3s}
	Intensa	U_4

Fonte: Nascimento, 1991 apud Pacheco, 2015.

No quadro anterior estão apresentadas as atribuições às classes *U*. Na classificação dos locais de ocupação coletiva, o **índice 1** não é apresentado nas tabelas de classificação uma vez que este é um indicador muito pequeno e por isso não aplicável na prática. Já o **índice 3s** é apenas aplicável e extensível a vários modos de limpeza e manutenção (Nascimento, 1991).

Tabela 3: Atribuições referentes às classes P.

Tipo de utilização		Classe P
Mobiliário fixo	Mobiliário móvel	
-	-	P_1
Normal (pressões $\leq 2\text{MPa}$)	Leve (utilizado em habitações)	P_2
Normal (pressões $\geq 2\text{MPa}$)	Normal (utilizado em escritórios e hospitais)	P_3
Normal (pressões $< 2\text{MPa}$)	Pesado (porta paletes)	P_4
Normal (pressões $> 2\text{MPa}$)	Pesado	P_4

Fonte: Nascimento, 1991, apud Pacheco, 2015.

Relativamente às atribuições das classes *P*, as classificações com os índices **2 e 3** são concedidas apenas a locais que são basicamente destinados à circulação e presença de pessoas a pé. Em locais onde não são exercidas acções intensas sobre o revestimento, como acontece numa habitação que tem no seu interior mobiliário com um peso reduzido, é atribuída a classificação *P* com índice **2**. Já no caso de locais com acções idênticas às que se verificam em espaços como corredores de hospitais e zonas em que é frequente a circulação de cargas, é atribuída a classificação *P* com índice **3**. Caso se verifique um agravamento num local cuja classificação é de índice **3**, deve-se então, atribuir a classificação com índice **4** pela **segurança**. Apesar de não serem locais que se possam considerar de índole industrial, os locais com classificação de índice **4s** são sujeitos a uma movimentação constante de cargas com pesos consideráveis (Nascimento, 1991).

Tabela 4: Atribuições referentes às classes E.

Tipo de manutenção		Classe E
Limpeza corrente	Limpeza geral	
Via seca	Via seca	E_0
Via seca	Via húmida	E_1
Via húmida	Com água	E_2
Com água	Com água	E_3

Fonte: Nascimento, 1991, apud Pacheco, 2015.

Como já foi referido anteriormente, o parâmetro **E** está directamente relacionado com a quantidade de água que se situa à superfície do revestimento do piso, até em períodos em que se realizem intervenções de limpeza e manutenção. Os locais em que não se verifica a presença assídua de água, em que a limpeza geral é realizada por via húmida sem que a quantidade de água utilizada seja abundante e em que a limpeza realizada diariamente é feita por via seca, podem ser classificados com locais com índice **1**. Já a classificação com índice **2** é referente a locais que registam uma presença frequente por via húmida. A classificação **E** de índice **3** é atribuída a locais que apresentem uma quantidade de água considerável, sendo que a limpeza, seja diária ou geral, é realizada com o recurso à lavagem com água (Nascimento, 1991¹⁸, apud Pacheco, 2015).

Tabela 5: Tipo de substâncias utilizadas/frequência de utilização.

Tipo de substâncias utilizadas/frequência de utilização		Classe C
Produtos correntemente utilizados na habitação (limpeza, alimentares, farmacêuticos)	Produtos ocasionalmente utilizados na habitação	
Excepcionalmente	-	C ₀
Ocasionalmente (modo accidental)	-	C ₁
Correntemente	-	C ₂
-	Utilização de produtos especiais	C ₃

Fonte: Nascimento, 1991, apud Pacheco, 2015.

Por fim, o parâmetro **C** relativo à acção de produtos químicos e domésticos. Aos locais onde não se utilizam produtos químicos ou domésticos, é atribuída a classificação **C** de índice **0**, sendo que ainda assim o risco de ocorrência de manchas ou outras marcas provocadas por estes produtos não é nulo. A classificação **C** de índice **1** destina-se a locais em que há contacto com produtos químicos, mas esse contacto dá-se de forma accidental, nesse caso, não é premeditado. No caso da classificação **C** com índice **2**, esta é atribuída a locais em que os produtos em análise são utilizados com alguma frequência e, portanto, como produtos que são utilizados ocasionalmente em habitações, são alvo de um estudo mais detalhado e específico e, para estes locais, a classificação mais adequada é a classificação **C** de índice (Nascimento, 1991, apud Pacheco, 2015).

¹⁸ J. M. Nascimento, 1991, *Classificação funcional dos revestimentos de piso e dos locais* - ITE 29, LNEC.

3.4. Tipos de revestimentos especiais que são utilizados em pavimentos industriais



Figura 14: Revestimentos especiais em indústrias.¹⁹

Du Rocher 2007 afirma que no caso de indústrias, no geral, são empregues pisos em betão armado, pois estas atuam em diversos tipos de situações e em locais que apresentam uma agressividade diferenciada. Para a garantia da sua durabilidade necessitam de **revestimentos auxiliares**, dependendo da utilização que será submetida.

Com descrição das características e propriedades, para avaliar quais os benefícios que eles podem trazer para aumentar o desempenho do piso. Estes revestimentos são os mais utilizados em áreas industriais do ramo alimentício, em diferentes áreas do processo para diminuir ou evitar a sua degradação (Zonta, 2019).

¹⁹ **Fonte:** [revestimentos especiais para pavimentos térreos industriais - Google Search](#). Consultado em: 23/03/2022.

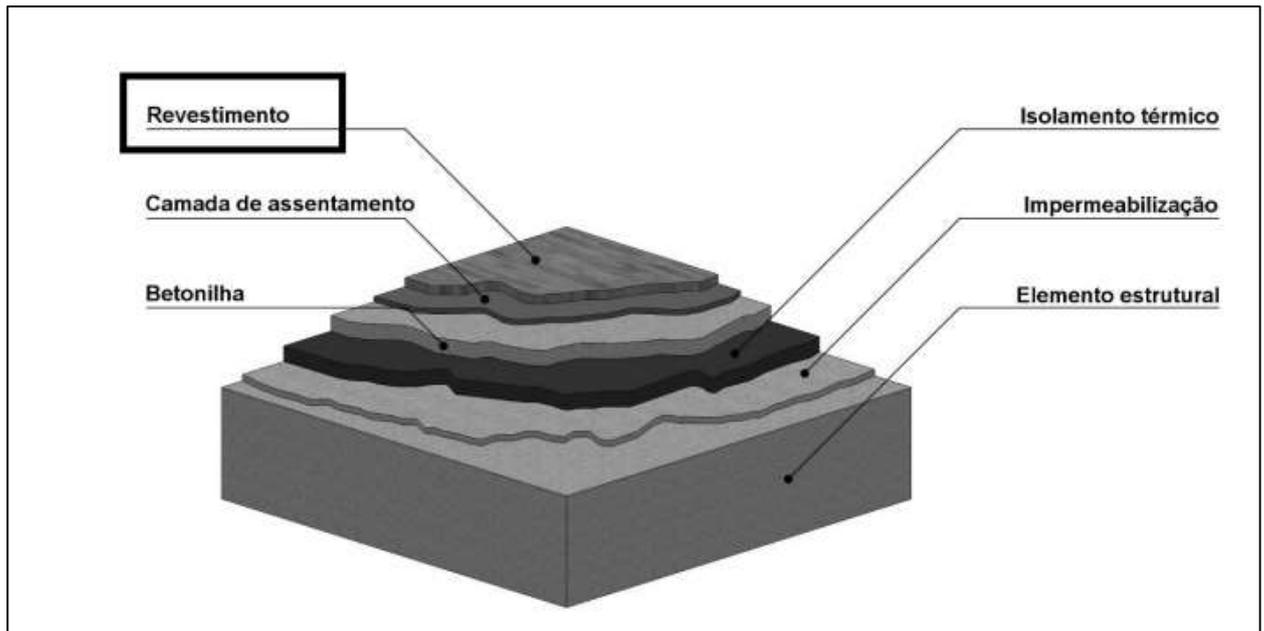


Figura 15: Camadas genéricas de pavimentos industriais.

Fonte: Silva, 2007.

Alguns destes **revestimentos especiais** serão apresentados na sequência:

Endurecedor de superfície



Figura 16: Pavimento revestimento com endurecedor de superfície.²⁰

Du Rocher 2007, afirma que os endurecedores são compostos líquidos e/ou sólidos que quando aplicados sobre as superfícies dos pisos de betão novo, ou mesmo na recuperação de pisos mais antigos, têm por objectivo **melhorar** as suas características.

²⁰ **Fonte:** [endurecedor de superfície para betão - Google Search](#). Consultado em: 23/03/2022.

Aumenta, principalmente, a **resistência ao desgaste por abrasão** do material e ainda **melhora a resistência química** do betão.

a. Endurecedor líquido à base de Silicatos de sódio

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

O aumento da resistência à abrasão se dá através da cristalização do silicato com os hidróxidos de cálcio não catalisados na hidratação do betão, transformando-os em cristais de elevada dureza e alta estabilidade química, gerando assim uma superfície com maior resistência. Está cristalização **densifica** a superfície, não permitindo a formação de pó, o que **facilita a limpeza** e **umenta a resistência a diversos agentes químicos**. A resistência pode ser aumentada em até 40% (Zonta, 2019).

A **tabela 6** mostra um **ensaio de resistência à compressão** entre um material tratado com o endurecedor de superfície e outro não tratado, mostrando um **aumento de 16,9%** na resistência a compressão aos 3 dias de idade em relação aos corpos de prova não tratados (Zonta, 2019).

Tabela 6: Resultados do ensaio de resistência à compressão, segundo ASTM C109 – entre um CP tratado com endurecedor de superfície e outro não tratado.

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

Fonte: Du Rocher, 2007, p. 105, apud Zonta, 2019.

A **tabela 7** mostra o resultado de um ensaio de **resistência à abrasão** entre pavimentos de betão tratados com o endurecedor de superfície e outro não tratado. Foi observado um **aumento de 22,2%** na **resistência à abrasão** em relação aos corpos de prova não tratados, com uma perda de massa maior no CP não tratado (Du Rocher²¹, 2007, apud Zonta, 2019).

²¹ Du Rocher, W.T.M., Identificação dos agentes agressivos e das patologias em pisos industriais de frígórico de suínos. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade Federal de Santa

Tabela 7: Resultados do ensaio de resistência à abrasão.

CP	Condição	Resistência (MPa)
1	Não tratado	8,1
2	Tratado com endurecedor	6,3

Fonte: Du Rocher 2007, p. 105, apud Zonta, 2019.



Figura 17: Equipamento Taber CS-17.

b. Endurecedor sólido à base de agregados minerais

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

Du Rocher 2007, diz que a utilização das áreas após a aplicação depende do tipo do betão utilizado, do tipo de uso da área, preferencialmente, após 28 dias.



Figura 18: Endurecedor sólido à base de agregados minerais.²²

c. Endurecedor sólido à base de agregados metálicos de ferro

Segundo Du Rocher 2007 (apud Zonta, 2019) é um endurecedor que quando aplicado sobre a superfície do betão, lhe proporciona maior **protecção** contra a abrasão e impactos. Pode ser aplicado sobre o betão endurecido novo ou já existente, conferindo ao pavimento uma **vida útil de serviço maior** que os revestimentos comuns de betão.

Os **agregados de ferro** (fig. 19), presentes neste endurecedor, possuem dureza **4** na **escala de Mohr**, menor que outros materiais, como diamante; quartzo e o granito. “A dureza interfere na resistência à abrasão, trazendo consigo o conceito de ductilidade e fragilidade. Materiais de baixa dureza são dúcteis, e os de elevada dureza, frágeis.” (Seiler, 2005²³, apud Zonta, 2019).

²² Fonte: Endurecedor sólido à base de agregados metálicos de ferro - Google Search. Consultado em: 23/03/2022

²³ SEILER, P. H. Seminário de pisos de concreto e revestimentos para a indústria alimentícia e câmaras frigoríficas. Chapecó: BASF, 2005.



Figura 19: Agregado metálico de ferro.²⁴

Zonta 2019 diz que explicação para estes resultados e conceitos, é que os materiais com dureza elevada, quando sofrem impactos, tendem a se estilhaçar, isso forma uma “poeira” de agregados com uma característica de dureza superior. Segundo SEILER (2005) apud Zonta, 2019, os pisos com materiais de baixa dureza e elevada ductilidade se deformam quando submetidos a impactos, absorvendo as tensões e não gerando poeira. Por isso os agregados metálicos de ferro dão **melhores resultados**, embora com **menor dureza**.

d. Revestimento com cerâmica antiácida

MONTEIRO 2004²⁵ (apud Zonta, 2019) explica que a cerâmica antiácida (fig.20) foi a melhor opção, utilizada por muito tempo - ainda é muito usada em algumas fábricas – para revestimento de áreas industriais do **ramo alimentício**, por possuir várias características que atendem aos padrões exigidos pelos órgãos fiscalizadores – **alta resistência física e química, baixa absorção de água, alta resistência à abrasão, antiderrapante, baixa porosidade e não é esmaltada**.

²⁴ Fonte: agregados metálicos de ferro - Google Search. Consultado em: 23/03/2022.

²⁵ MONTEIRO, R.Z.. Projectos para actualizaçãoi de espaços destinados a serviços profissionais de alimentação. Cadernos de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – FAU Mackenzie, São Paulo, 2004.



Figura 20: Revestimento com cerâmica antiácida.²⁶

O revestimento com cerâmica antiácida é formado pela aplicação de placas cerâmicas com características para suportar os meios agressivos. São fabricadas pelo processo de extrusão à vácuo, queimadas a altas temperaturas e preparadas para serem empregadas em **áreas industriais** (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).

As peças cerâmicas normalmente são aplicadas sobre pisos de **betão desempenado**, com a utilização de argamassas colantes adequadas. Além disso, é muito importante que o rejunte deste tipo de pavimento também tenha características **antiácidas e impermeabilizantes**. Caso contrário, pode permitir a infiltração de líquidos para o substrato e causa o desprendimento das placas (Monteiro, 2004, apud Zonta, 2019).

Dentre as propriedades e benefícios deste material podemos destacar uma boa resistência química, ao impacto e a abrasão. Por possuir uma cor bege claro, é esteticamente agradável aos ambientes (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).

e. Revestimentos à base de resina uretânica

Du Rocher 2007, apud Zonta, 2019 define como um **revestimento monolítico** (sem juntas) à base de **betão uretânico** (fig.21), possui propriedades flexíveis, suportando algumas deformações, é **isento de solventes**, além de possuir uma excelente **resistência mecânica e química**. Tem como características especiais **sua resiliência, resistência ao tráfego intenso** e sua **excelente aderência** em diversos tipos de substrato.

²⁶ Fonte: [Revestimento com cerâmica antiácida - Google Search](#). Consultado em: 23/03/2022.

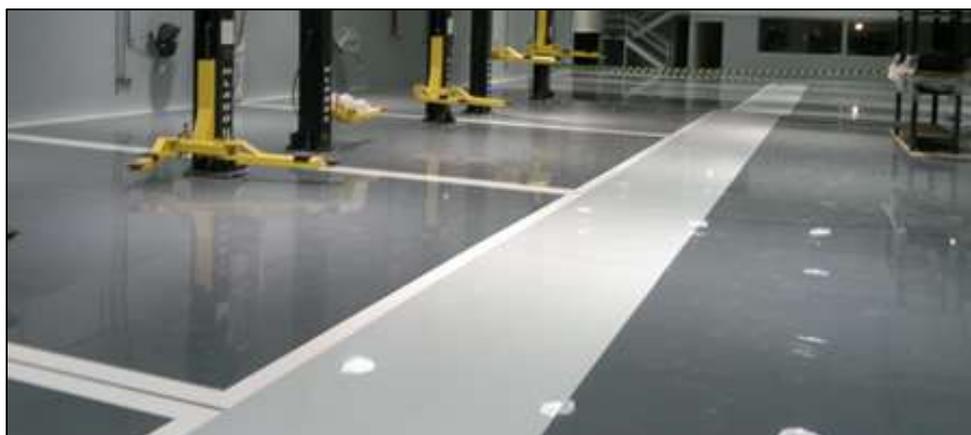


Figura 21: Revestimento à base de resina uretânica.²⁷

Uma característica interessante é que permite a liberação ao tráfego em até 12 horas depois da aplicação, o acabamento superficial depende do uso da área, podendo ser liso ou antiderrapante. É um revestimento adequado para elevadas ações químicas, ciclos térmicos, possui boa resistência à abrasão e impactos moderados (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).

Zonta 2019 esclarece que é dividido e comercializado em dois (2) tipos de produtos – autonivelante e espatulado – o que muda é a forma de aplicação, espessura e acabamento superficial. São compostos por três componentes pré-dosados, prontos para mistura e aplicação. O sistema é formado por agregados pré-selecionados e graduados e interligados por um aglomerante pigmentado à base de **resina poliuretano**.

O autonivelante é um produto que quando curado, produz uma superfície lisa com espessuras variando de 4 a 5mm. O estipulado é um revestimento de alto desempenho para pisos industriais. O produto é aplicado em camada única de espessura final de 6 a 7 mm, e produz um acabamento com superfície embaciada, ligeiramente texturizada e antiderrapante (Zonta, 2019).

Segundo Du Rocher 2007, apud Zonta, 2019, as propriedades e benefícios da utilização deste revestimento são a **elevada resistência química e durabilidade**, conferindo uma proteção prolongada aos pisos em ambientes industriais. É indicado a aplicação deste produto em todas as áreas de processos de uma **indústria de laticínios**.

²⁷ Fonte: [resina uretânica - Google Search](#). Consultado em: 23/03/2022.

f. Revestimento a base de resina epóxi

A argamassa de base epóxi (fig.22) utilizada para revestimentos monolíticos é de alto desempenho para pavimentos industriais de betão, é produzido por componentes pré-dosados, prontos para mistura e aplicação em camadas de espessuras variáveis. Foi desenvolvida para aplicação em ambientes que exijam **alto desempenho mecânico e químico**, além de **colorir o ambiente e facilitar a higienização**. Depois de curado, produz uma **superfície lisa e ligeiramente refletiva**, por isso é muito fácil de riscos serem perceptíveis em processos produtivos intensos (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).



Figura 22: Revestimento à base da resina epóxi.²⁸

Du Rocher 2007 (apud Zonta, 2019) explica que existem **dois tipos de acabamento superficial** para o revestimento epóxi. O **autonivelante**, que apresenta **elevada fluidez** e permite obter **revestimentos monolíticos de excelentes qualidades mecânicas, inércia química e alto efeito decorativo**, com uma espessura final entre 2 e 4mm.

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

²⁸ Fonte: [resina epóxi - Google Search](#). Consultado em: 23/03/2022.

3.5. Principais meios agressivos atuantes sobre pavimentos industriais de ramo alimentar e bebidas

Durabilidade é a capacidade que a estrutura tem para resistir aos esforços, que são previstos e definidos pelos profissionais desde o início da concepção do projecto. Sendo que quando utilizadas, devem manter suas características de segurança, estabilidade e desempenho durante o período correspondente à vida útil. Mas, a manutenção da durabilidade de todas as estruturas que compõem um empreendimento depende da cooperação e esforço de todos os envolvidos no projecto, construção e uso de edificação (NBR 6118, 2014, apud Zonta, 2019).

De acordo com HELENE 1993 (apud Zonta, 2019) é importante estabelecer as condições do ambiente em que a estrutura está inserida, pois avaliando a agressividade do meio é possível estabelecer a durabilidade do material.

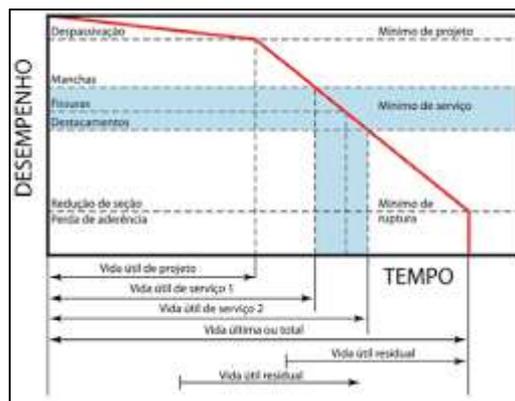


Figura 23: Conceituação de vida útil das estruturas de betão tomando por referência o fenómeno de corrosão de armaduras (HELENE, 1997).²⁹

Apresentar uma manifestação patológica já pode comprometer as exigências de desempenho da construção ou de um elemento, como a capacidade de resistência mecânica, do uso e ocupação ou estética, causando deformação excessiva, fissuras, deslocamento da placa. Sendo o comportamento da estrutura sempre avaliado no ambiente em que a mesma está inserida (Andrade E Silva 2005³⁰, apud Zonta, 2019).

Segundo Du Rocher 2007 (apud Zonta, 2019), os pisos não são levados muito em consideração na fase de projecto de um empreendimento, e a falta de atenção nesta

²⁹ **Fonte:** Durabilidade e Vida útil das Estruturas de Concreto, Cap. 22 - (pag. 6).

³⁰ Andrade, T.; Sila, A.J.C. Patologia das estruturas. In: ISAIA, Geraldo Cechelia. Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

etapa acaba prejudicando a qualidade do mesmo durante o uso do edifício. Pois, normalmente se especifica um betão com desempenho abaixo do necessário para a sua execução. Logo, o primeiro problema grave é a **baixa resistência mecânica do betão**, e isso leva a um excessivo **desgaste superficial**, fazendo o pavimento soltar as suas partículas.

As deformações nas pavimentações de betão, que levam primeiro a fissuração, são resultantes à carga externa e ao meio ambiente em que o material está exposto. Quando o betão recém-endurecido – seja com ou sem carga – é exposto à temperatura e à humidade do ambiente, ele geralmente sofre **contração térmica** e **retração por secagem** (Monteiro, 1994, apud Zonta, 2019).

A **retração**, associada às variações térmicas, provoca uma movimentação nas juntas e nas eventuais fissuras que, se não estiverem seladas, permitem a entrada de materiais que podem causar tensões localizadas, levando ao enfraquecimento (quebra das dobras) da região. Essa é uma das principais causas da redução da vida útil e aumento nos custos de manutenção dos pisos industriais. (Zonta, 2019)



Figura 24: Retração em pavimentos industriais.³¹

Além disso, as manifestações patológicas em pisos de indústrias são mais frequentes em função da agressividade dos produtos aplicados, por exemplo, soluções ácidas utilizadas no processo. Estes produtos, quando em contacto com o betão armado, causam a despassivação³² da armadura e deixam desprotegida e susceptível ao início do processo de corrosão (Carmona, 2005³³, apud Zonta, 2019).

³¹ Fonte: Zonta, 2018.

³² Destruição da camada passivadora que envolve o metal da armadura.

³³ Carmona, T.G. Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estruturas sujeitas à carbonatação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

Ainda que o betão possa ter sido devidamente especificado na etapa de projecto e executado correctamente, é importante e necessário conhecer o ambiente em que o pavimento estará inserido durante o uso da edificação e sua interação com a estrutura do ponto físico e químico, pois devido a esta influência a durabilidade da estrutura pode ser reduzida (Lima, 2005³⁴, apud Zonta, 2019).

A água é um elemento que participa intensamente como um agente das manifestações em quase todos os mecanismos de deterioração dos pavimentos. Evitar o contacto da estrutura com a água, ou qualquer líquido, sempre que possível, é uma forma de evitar o surgimento de falhas (Andrade, 2005, apud Zonta, 2019). Em ambientes industriais evitar este contacto é muito difícil, por isso é importante proteger o pavimento com um revestimento eficiente.

As **áreas industriais**, principalmente do **ramo alimentar**, sofrem ataques de diversos agentes agressivos que actuam directamente sobre os pavimentos. Desta forma serão apresentados vários desses agentes, sejam eles de origem física ou química, independente da natureza ou agressividade, os quais são os principais causadores de deterioração dos pavimentos industriais (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).

Agentes químicos que afectam os pavimentos industriais de ramo alimentar e bebidas



Figura 25: Superfície de betão que sofreu ataque químico.

Fonte: Zonta, 2018.

³⁴ Lima, Maryangela Geimba de acção de meio Ambiente sobre as estruturas de concreto. In: ISAIA, Geraldo Cecheila (Ed.) Concreto: ensino, pesquisa e realizações. São Paulo: Ibracon, 2005.

Os pavimentos de betão são muito vulneráveis aos agentes agressivos, principalmente os de origem química presentes em diversos ambientes de uma indústria. Por isso o interesse em encontrar materiais e métodos de recuperação eficientes têm aumentado, para tornar os pisos mais resistentes e aumentar a sua vida útil (Cassal 2000³⁵, apud Zonta, 2019).

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

As reações químicas nas estruturas de betão armado aumentam a porosidade e permeabilidade do material, diminuem a sua resistência mecânica, ocasionando a fissuração e a descolagem da placa (Mehta, 1994, apud Zonta, 2019).

Os ácidos sobre o betão destroem o seu sistema de poros, ocasionando a perda de massa e conseqüente redução da seção das estruturas. Esta perda começa a partir da superfície exposta aos produtos e vai avançando em camadas sucessivas, sendo proporcional à quantidade e concentração do ácido em contacto com o betão, até a armadura, onde a mesma ficará desprotegida, permitindo o processo de corrosão (Andrade, 2003, apud Zonta, 2019).

a. Águas salgadas, puras e residuais

A água salgada dos oceanos, poderia ser classificada como sendo de agressividade muito forte ao betão, mas considerando a presença de muitos outros sais, que alteram o seu equilíbrio químico, a corrosão provocada por essa água, é mais lenta do que a de águas doces com iguais teores de sulfatos, pois existe uma certa ação inibidora do cloreto de sódio (HELENE, 1988³⁶, apud Zonta, 2019). Por isso, águas salgadas, geradas em indústrias, por exemplo, tanques de salga de produtos de origem láctea (queijos), tem uma agressividade muito forte ao betão, em função do alto teor de cloreto de sódio presente na mistura.

³⁵ Cassal, S.B. A influência da adição de cinza de casca de arroz na resistência de concretos a ácidos. 102 f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2000.

³⁶ HELENE, P. Durabilidade do concreto versus agressividade do meio (1ª Parte). Artigo técnico. São Paulo:PINI, 1988. P. 85-87.

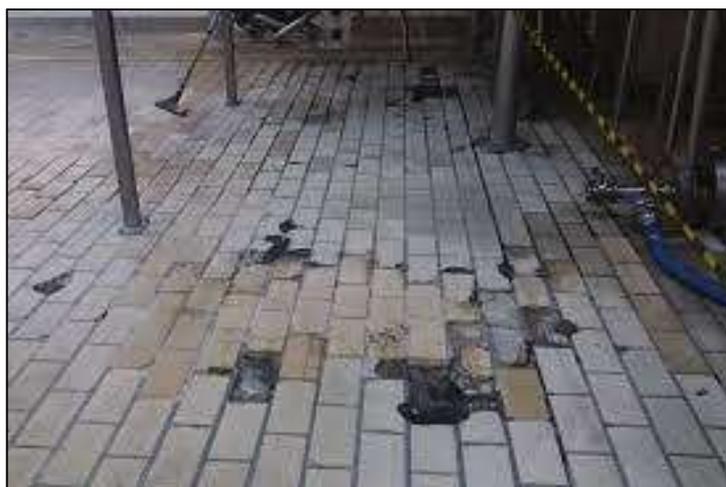


Figura 26: Efeitos de acções químicas em pavimentos (cerâmicos) industriais.

Fonte: Zonta, 2018.

Águas puras são as que não contêm substâncias dissolvidas ou as contêm, porém em quantidades desprezíveis. Assim, quanto mais pura for a água, maior será a capacidade de se dissolver. Toda água com menos de 150 mg/l de sólidos (resíduos) dissolvidos (não evaporáveis) é considerada agressiva ao betão (Helene 1988, apud Zonta, 2019).

Todas águas residuais de origem industrial, efluentes gerados pelo processo, são potencialmente agressivas ao betão. Ocorre, em especial, com as águas de indústrias de papel e celulose, indústrias de álcool e açúcar, curtume, frigoríficos, tinturas, galvanoplastia³⁷ e laticínios, fortemente agressivas ao betão (Helene 1988, apud Zonta, 2019).

A água é utilizada como veículo para aquecimento e resfriamento de produtos, assim como a limpeza e purificação dos equipamentos utilizados nos processos e das instalações físicas. (Palumbo *et al.*, 1997³⁸, apud Zonta, 2019).

³⁷ A **galvanoplastia** é um **processo** químico ou eletroquímico em que uma fina camada de metal é empregado sobre a superfície de um objeto, metálico ou não.

³⁸ PALUMBO, S.A. *et al.* *Current approach process water and its use in food manufacturing operations. Trends in food*, v. 8 p. 69.74, 1997.



Figura 27: Pavimento de betão sofrendo ataques químicos.

Fonte: Zonta, 2018.

Segundo Du Rocher 2007 (apud Zonta, 2019), existem outros factores importantes, oriundos da composição química da água usada pela indústria nos seus processos, que são a acidez e a alcalinidade. A acidez total é determinada pelos ácidos fortes que libertam íons de hidrogênio para a solução. O gás carbônico dissolvido na água a torna ácida e, portanto, corrosiva para alguns tipos equipamentos e instalações, aumentando a degradação da estrutura industrial.

b. Ataque por Ácidos

Vários ácidos são perigosos, pois provocam a formação de produtos solúveis, que deterioram o betão quando em contacto com ele, entre eles podemos citar: clorídrico, como ácido láctico, todos muito frequentes em processos industriais (Souza E Ripper, 1998³⁹, apud Zonta, 2019).

Segundo Helene (1986), apud Zonta, 2019, “as atmosferas industriais podem acelerar de 60 a 80 vezes mais o processo de corrosão, quando comparadas a situações equivalentes em atmosferas rurais”. Esta ocorrência é devido a grande presença e acção de gases ácidos que reduzem a alcalinidade do betão e facilitam a penetração de agentes agressivos.

³⁹ SOUZA, V. C.;RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.São Paulo: PINI, 1998.



Figura 28: Superfície de betão que sofreu ataque químico - desgaste.

Fonte: Zonta, 2018.

Em várias indústrias, é necessária a utilização de revestimentos de protecção para garantir a durabilidade das estruturas, para evitar que os ácidos entrem em contacto com o betão. Esta protecção eventualmente pode não resistir às acções agressivas, até uma possível recuperação do revestimento. Isto é muito comum nas áreas de produção nas indústrias, gerando uma grande, dificuldade, pois os processos produtivos não podem ser imediatamente interrompidos para a realização dos reparos, agravando ainda mais a manifestação patológica (Repette e Helene, 1988⁴⁰, apud Zonta, 2019). Por isso a importância de se utilizar um revestimento adequado no pavimento para o tipo de actividade ou processo que o mesmo vai estar submetido.

Ácidos orgânicos, de um modo geral, são menos nocivos que os ácidos inorgânicos. Entretanto, o ácido láctico – presente em indústrias de laticínios – o acético e o fórmico, entre outros encontrados em indústrias de alimentos, apesar de orgânicos, são classificados como severos segundo *Guide to Durable Concrete Kindle Edition*⁴¹.

⁴⁰ REPETTE, W. L.; HELENE, P.R.L. Protecção do concreto do concreto : Uma necessidade em indústrias de celulose e papel. Boletim técnico. Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

⁴¹ ACI 201, 2R-16: **Guide to Durable Concrete Kindle Edition**.



Figura 29: Ataques ácidos em revestimentos cerâmicos.

Fonte: Zonta, 2018.

Andrade 2005 (apud Zonta, 2019) sugere algumas medidas preventivas que podem ser adotadas para diminuir a degradação dos pisos por ataque de ácidos, como: adotar uma baixa relação água/cimento na mistura do betão, ter cuidado no transporte, lançamento e adensamento, cura adequada, e ainda utilizar cimento com adições minerais (pozolanas) é benéfico, já que estas consomem o hidróxido de cálcio, componente da pasta de cimento mais vulnerável ao ataque de ácidos. Além destas medidas, incluir no projecto um revestimento adequado para protecção do pavimento de betão é muito importante, pois evita o contacto de todos os agentes químicos com a estrutura do piso.

c. Carbonatação

A carbonatação é a acção do gás carbónico (CO_2), presente na atmosfera, sobre a superfície das estruturas. É manifesto pelo transporte – por difusão – do gás para dentro dos poros húmidos do betão, a sua reacção com o hidróxido de cálcio da pasta de cimento, forma o carbonato de cálcio (CaCO_3) - Assim resulta no desaparecimento do hidróxido de cálcio – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – do interior dos poros, e sua transformação em carbonato de cálcio ocasiona a diminuição do pH do betão – que varia de 12,5 a 3,5 – para valores inferiores a 9, resultando na carbonatação do betão das estruturas, permitindo a entrada de agentes agressivos até a armadura (Souza e Ripper, 1998, apud Zonta, 2019).



Figura 30: Carbonatação em superfícies de betão.

Fonte: Zonta, 2018.

A concentração de gás carbônico no ar normalmente varia de 0,03 a 0,05% em ambientes rurais, de 0,1 a 1,2% em ambientes industriais e grandes centros urbanos e até 1,8% em atmosferas viciadas (Helene, 1986⁴², apud Zonta, 2019). Maior será a velocidade de carbonatação do betão quando maior for a concentração de CO₂.

A relação água/cimento é uma das variáveis que influenciam directamente na carbonatação, pois controla todas as propriedades da microestrutura do betão endurecido. Quanto menor a relação a/c, menor será a quantidade e dimensão dos poros do betão, dificultando a difusão do gás carbônico pelo material (Helene, 1993, apud Zonta, 2019). Um revestimento com características impermeáveis ajuda a evita o contacto do CO₂ com o betão do piso.

Agentes físicos que afectam os pavimentos industriais

As causas físicas de deterioração dos pavimentos, são referentes as acções provocadas principalmente pelas condições do ambiente em que está inserido. Segundo Souza e Ripper 1998 são resultantes da variação da temperatura (- e/ou +) principalmente as que geram gradientes térmicos na estrutura, do fogo – aquecimento que gera uma dilatação térmica na estrutura, e da água – em forma de chuva, ciclos e de gelo e degelo, e

⁴² HELENE, P. Corrosão em armaduras para concreto armado. São Paulo. Editora PINI, 1986.

principalmente humidade que é uma grande geradora das manifestações patológicas nas estruturas.

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

a. Abrasão

A abrasão é um dos principais processos que causa deterioração superficial no concreto, geralmente ocasionando a extração dos grãos dos agregados adicionados ao material. Em ambientes onde há grande movimentação de cargas (ambientes industriais em geral) a durabilidade da superfície dos pavimentos (Bauer, 2008, apud Zonta, 2019).



Figura 31: Efeito de abrasão em pavimentos de betão.

Fonte: Zonta, 2018.

A degradação do pavimento por abrasão é ocasionada pelo atrito, entre qualquer material abrasivo com superfície do piso de betão ou revestimento, sendo proveniente do tráfego de pessoas ou veículos, e até mesmo pela acção do vento. Em pisos industriais este desgaste se torna considerável, em função da acção das rodas de material sólido (aço ou borracha rígida) dos carros utilizados para transporte de produtos ou equipamentos (Andrade, 2005, apud Zonta, 2019).

No dimensionamento do pavimento a resistência à abrasão é um parâmetro importante a ser considerado, pois influencia em uma série de factores de dosagem e detalhes executivos, se passarem despercebidos podem limitar a utilização da estrutura e a vida útil do pavimento. *“O desgaste por abrasão não está associado à perda de desempenho*

mecânico da estrutura ou do elemento do concreto, mas, sim, à perda de desempenho quanto à funcionalidade.” (Andrade, 2005, apud Zonta, 2019).



Figura 32: Danificação do pavimento pelo efeito de abrasão.

Fonte: Jonathan Zonta, 2018.

Esta degradação pode ser limitada se forem evitados alguns dos causadores do fenômeno, como: desalinhamento da superfície do piso ou mudança brusca de declividade. Isso se previne tomando alguns cuidados durante a execução, mantendo a estrutura com uma geometria plana (Vilasboas, 2004, apud Zonta, 2019).

A resistência ao desgaste do betão por abrasão está muito relacionada à qualidade da camada de superfície do piso. A resistência da faixa superficial da estrutura deve ser maximizada, por meio do emprego de uma pasta de cimento, de um agregado, ou de um revestimento especial que permitam resistir a estes tipos d solicitações (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).

b. Cristalização de sais nos poros do betão:

Ocorre devido ao contacto das estruturas com soluções supersaturadas de sais, como em tanques industriais ou estrutura marítimas. A degradação ocorre quando após muitos ciclos alternados de molhagem e secagem da estrutura, os sais cristalizam no interior dos poros do betão (Souza e Ripper 1998, apud Zonta, 2019).



Figura 33: Acção da cristalização em superfícies de betão.

Fonte: Zonta, 2018.

Segundo Andrade 2005 (apud Zonta, 2019), os betões que sofrem a acção da cristalização dos sais no seu interior têm elevada relação água/cimento, ou seja, com grande quantidade de poros, e que estejam em contacto com soluções de alta concentração de sal, sem nenhum tipo de revestimento de protecção. Períodos de secagem e humedecimento, que favorecem a cristalização dos sais são os mais críticos para a estrutura.

c. Dilatação térmica

A dilatação térmica no betão ocorre após ele ter endurecido, sofrendo alteração de volume quando submetido a uma variação de temperatura ambiente, ou seja, com o aumento da temperatura a estrutura de betão sofre um processo de expansão e quando a temperatura diminui sofre contração (Emmons, 1993, apud Zonta, 2019).

Outro mecanismo que causa alteração de volume é o congelamento da água do betão, muito frequentemente em países de clima frio e em ambientes onde actuam sistemas de refrigerações e congelamentos, como nos casos dos locais de armazenagem e de empresas no ramo alimentar (Du Rocher, 2007, apud Zonta, 2019).



Figura 34: Dilatação térmica em superfícies de betão.

Fonte: Zonta, 2018.

Segundo Andrade 2005 (apud Zonta, 2019), a água presente no sistema de poros do concreto, congela em seu interior, aumentando em 9% seu volume. Quando o espaço é insuficiente para acomodar esse volume, a água forçará as paredes dos poros capilares do betão, induzindo tensões de tração e expansão. Ciclos de congelamento e degelo com o tempo provocarão a deterioração da estrutura, devido às fissuras geradas pelas pressões internas.

4. RESINA EPÓXI

4.1. Resumo histórico

As primeiras tentativas comerciais de preparo da resina através da epícloridrina ⁴³ aconteceram em 1927 nos Estados Unidos. A condensação de epóxidos e aminas foi relatada e patenteada pela primeira vez por Paul Schlack da Alemanha em 1934. O mérito da primeira síntese de uma resina baseada no bisfenol-a foi compartilhado entre o Dr. Pierre Castan da Suíça e o norte-americano Dr. S. O. Greenlee em 1936, com a sua exploração comercial em 1938, com o declínio na produção na Segunda Guerra Mundial. Depois desta época, não houve mais problemas relativos a escassez de matéria-prima.

⁴³ **Epícloridrina** é um composto altamente reativo e é usado na produção de glicerol, plásticos, adesivos e resinas epóxi, e elastômeros.

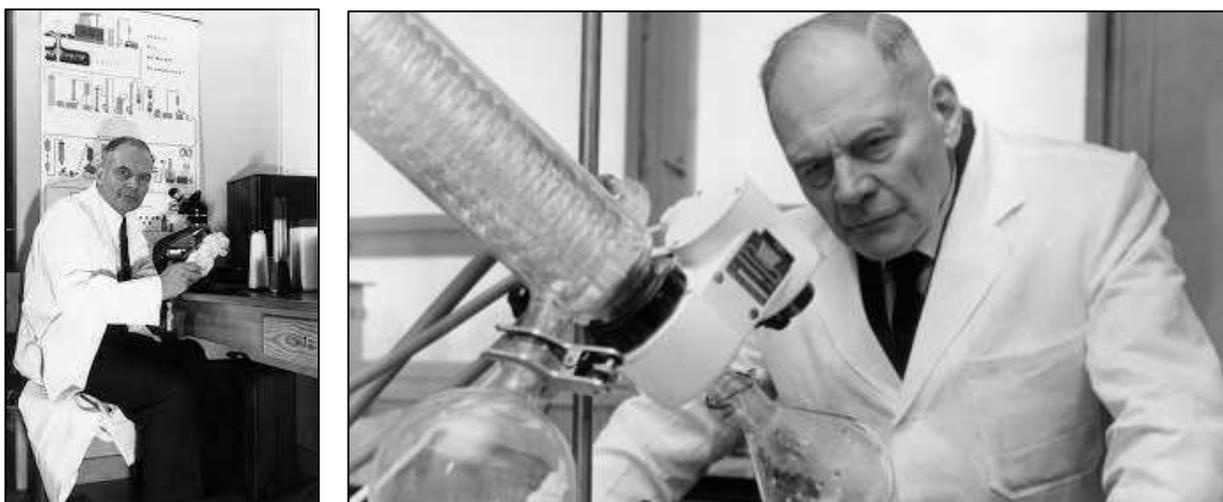


Figura 35: Paul Schlack (químico alemão – Patenteou pela primeira vez a epóxida e amina).

Fonte: Zonta, 2018.

As alegações de descoberta de resinas epóxi à base de bisfenol-A incluem Pierre Castan em 1943. Em 1946, Sylvan Greenlee, trabalhando para a Devoe & Raynolds Company, patenteou uma resina derivada de bisfenol-A e epicloridrina. Devoe & Raynolds, que atuava nos primeiros dias da indústria de resina epóxi, foi vendida para a Shell Chemical; a divisão envolvida neste trabalho acabou sendo vendida e, por meio de uma série de outras transações corporativas, agora faz parte da Hexion Inc.⁴⁴ O trabalho de Castan foi licenciado pela Ciba, Ltd. da Suíça, que passou a se tornar um dos três maiores produtores de resina epóxi em todo o mundo. O negócio de epóxi da Ciba foi desmembrado como Vantico no final da década de 1990, que foi posteriormente vendido em 2003 e se tornou a unidade de negócios de Materiais Avançados da Huntsman Corporation dos Estados Unidos.



(a)



(b)

Figura 36:(a) Da esquerda para direita: Paul Schlack (químico alemão), Dr. Pierre Castan (químico suíço) e Sylvan Greenlee (químico norte-americano); (b) Sylvan Greenlee (químico norte-americano).

⁴⁴ From <<https://blog.fibraseresinas.com.br/resina-epoxi-o-que-e-qual-a-sua-historia/>>

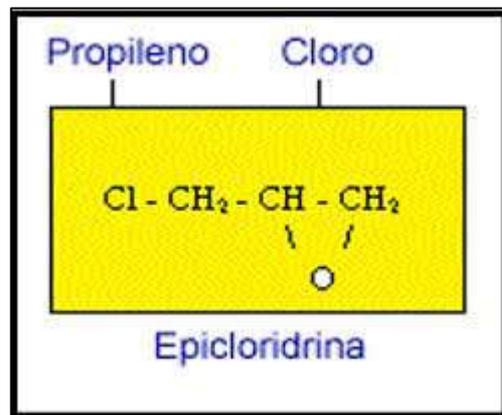
Fonte: Jonathan Zonta, 2018.

4.2. Definição

Uma resina epóxi ou poliepóxido é um polímero termofixo⁴⁵ que se endurece quando se mistura com um agente catalisador ou "endurecedor". É um revestimento plástico que não sofre alterações devido a interferências de temperatura, diferente dos materiais plásticos que podem ser fundidos ou amolecidos com a elevação da temperatura.⁴⁶ As resinas epóxi mais frequentes são produtos de uma reação entre epicloridrina e bisfenol-a. Existem ainda as resinas a base de bisfenol F e as resinas epóxi novolac, hidrogenadas, halogenadas e alifáticas.⁴⁷



(a)



(b)

Figura 37: (a) Líquido de resina epóxi; (b) Epicloridrina.

Fonte: Zonta, 2018.

Tipos de resina epóxi

Resina epóxi rígida: O sistema epóxi rígido, é um produto a base de resina epóxi e endurecedores, de baixa reatividade/viscosidade e que depois de curado, torna-se semirrígido, transparente, e com excelente acabamento superficial (vitrificado). Indicado principalmente para fabricação de chaveiros e plaquetas resinadas.

⁴⁵ O material **termofixo** é um composto que possui cadeias poliméricas ligadas por reticulações ou ligações cruzadas, ou seja, são forças de atração intermoleculares primárias.

⁴⁶ From <<https://www.vipoxi.com.br/resina-epoxi>>

⁴⁷ <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ep%C3%B3xi>

A aplicação da resina rígida é mais indicada para materiais que não serão dobrados ou vincados, como chaveiros e materiais plásticos diversos, como placas, embalagens, régua, e muito mais.⁴⁸

É possível, também encontrar resina epóxi semirrígida que apresenta uma leve diferença na rigidez do produto final.

Resina epóxi flexível: O sistema epóxi flexível, é um produto a base de resina epóxi flexível e endurecedor epóxi, de baixa reatividade/viscosidade e que depois de curado, torna-se flexível, transparente, e com excelente acabamento superficial.

A resina flexível, como seu próprio nome indica, é uma técnica que permite a proteção da imagem e do logo de forma maleável e não rígida. Nela é aplicado um material de baixa viscosidade e que, depois de curado, se torna totalmente transparente e macio.⁴⁹

Indicado principalmente para fabricação de brindes resinados (chaveiros, plaquetas, Etiquetas), bijuterias (anéis e Brincos), encapsulamento de componentes eletrônicos, e peças onde a flexibilidade e boa aderência sejam fundamentais.

É possível encontrar também resina epóxi semi-fléxivel que apresenta uma leve diferença na rigidez do produto final.⁵⁰

4.3. Aplicações da resina epóxi

Aplicações do epóxi por setor consumidor:

O epóxi é um material de múltiplas aplicações em diversos setores industriais como domésticos, em especial na indústria da construção civil, pinturas, aeronáutica e química, sendo eles:

a. Indústria Química

Produção de tintas para revestimentos de tubos, manutenção industrial e de embalagens alimentícias, tintas em pó, produção de artigos esportivos, bijuterias e catalisadores:

⁴⁸From <https://www.google.com/search?q=resina+flex%C3%ADvel+%28aplica%C3%A7%C3%A3o%29&source=lmns&bih=657&biw=1366&safe=strict&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjAiL2M1rj2AhValf0HHdruD_oQ_AUoAHoECAEQAA>

⁴⁹Fonte: RIMAQ.

⁵⁰ From <<https://www.rimaq.com.br/blog/diferentes-tipos-de-resina/>>



(a)



(b)

Figura 38: Epóxi em (a)artigos desportivos; (b) bijuterias.

Fonte: Zonta, 2018.

b. Indústria Elétrica e Tecnológica

Placas de circuito impresso (como a *mainboard* do computador), encapsulamentos de componentes eletrônicos, geradores eólicos, transformadores a seco e isoladores:



(a)



(b)

Figura 39: Epóxi em:(a) componentes eletrônicos; (b) mainboard de computadores.

Fonte: Zonta, 2018.

c. Indústria Aeronáutica

Consumo de adesivos para colagem de metais (pela necessidade de resistência), utilização de laminados a base de epóxi, como material de matriz estrutural com o reforço de fibras de vidro, carbono e aramida (Kevlar):



Figura 40: Parque de estacionamento aeronáutico.

Fonte: Zonta, 2018.

d. Indústria da Construção Civil

Reformas de parquetes, revestimento de concreto, metais, madeira em geral, de pisos industriais e decorativos, tambores e tanques com produtos químicos, recuperação estrutural, lábios poliméricos, reforço com fibra de carbono, chumbadores químicos, etc.:



(a)



(b)

Figura 41: Revestimentos epóxi em: (a) Pavimentos de betão; (b) Pavimento industriais.

Fonte: Zonta, 2018.

e. Pintura de Pisos

Boa parte das quadras poliesportivas são pintadas com tinta epóxi, outro exemplo de pintura de piso é a demarcação de faixas nas estradas e sinalização de vagas para deficientes em estacionamentos e outros locais que necessita de pintura epóxi de alta resistência:



(a)



(b)

Figura 42: Pinturas à base de resina epóxi em: (a) Pavilhões desportivos; (b) Estradas.

Fonte: Zonta, 2018.

f. Móveis e decoração

Mesas, cadeiras, bancadas, luminárias, e muitos outros tipos de móveis e artigos de decoração são produzidos ou acabados com resina epóxi devido a seu bom acabamento resistência e adesividade:



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 43: Epóxi em: (a) Balcões de cozinha; (b) Restauração de madeira; (c) Candeeiros; (d) Cadeiras/Madeira.

Frequentemente utilizado para cobrir superfícies de garagens, indústrias, aeroportos e hospitais devido, principalmente, à sua alta resistência – muito embora apresente outras vantagens, como durabilidade elevada e resistência a sujeira –, ele ainda soma à sua lista de vantagens segurança contra escorregões (função antiderrapante), funcionalidade e fácil pavimentação. “Os pisos epóxi, assim como os de poliuretano, garantem eficiência nos revestimentos industriais, sendo indicados para diversos tipos de superfícies. Vale lembrar que o que diferencia qual revestimento será utilizado não é a superfície, mas sim a necessidade do usuário para explorar os benefícios particulares de cada um.”⁵¹

Um revestimento epóxi para pavimentos aderirá ao pavimento da sua garagem ou a qualquer pavimento de betão para esse fim muito melhor do que qualquer tinta convencional à base de óleo, água ou esmalte, pense cola tipo cola epóxi versus colagem de fita adesiva.⁵²

4.4. Processo de aplicação de pavimentos epóxis



Figura 44: Aplicação do pavimento epóxi. ⁵³

Preparação da base

A preparação da superfície é a parte mais importante do processo de aplicação dos revestimentos epóxis. Pois, é um dos segredos para garantir acabamento impecável, durabilidade e resistência. Desta forma, o primeiro passo é fazer a limpeza do piso, com escova ou lixadeira mecânica (Fig.48), água e sabão, removendo resíduos de gordura,

⁵¹ From <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/revestimento-epoxi-ideal-para-industrias-galpoes-e-estabelecimentos-comerciais/6448>>

⁵² From <<https://ncgovote.org/pt/pavimento-epoxi/>>

⁵³ <https://tintasnobre.com.br/como-preparar-o-piso-para-aplicacao-de-tinta-epoxi/>

óleo ou poeira. Em alguns casos faz-se necessário o uso de ácido muriático para limpezas mais pesadas.



Figura 45: Superfície da base antes da preparação (a); Superfície da base depois da preparação (b).

Fonte: Imagem captada pelo autor.



Figura 46: Lixadeira mecânica.

Fonte: Imagem captada pelo autor.



Figura 47: Distinção entre a superfície tratada e não tratada.

É preciso remover quaisquer resíduos da superfície, como marcas de borracha, por exemplo, pode ser necessário o uso de lixas. A decapagem do piso também faz parte da preparação. Nela são abertos os poros do concreto para receber a pintura epóxi. Depois da superfície pronta é hora de finalizar a limpeza com rodo para remover o excesso de água.⁵⁴



Figura 48: Superfície da base preparada.

Fonte: Imagem captada pelo autor.

Aplicação da resina epóxi

Com um rolo ou uma espátula – dependendo do espaço ou o local específico – aplica-se a resina misturada espalhando o material com a espessura pretendida. Deixando secar por um período de 12h para a sua utilização.

⁵⁴ **Fonte:** <https://tintasnobre.com.br/como-preparar-o-piso-para-aplicacao-de-tinta-epoxi/>.

4.5. Vantagens e desvantagens da resina epóxi como revestimento de pavimento em edifícios industriais alimentícios

A aplicação de revestimentos na base de resina epóxi em pavimentos industriais, apresenta várias vantagens e desvantagens. Entre elas:

Tabela 8: Vantagens e desvantagens da resina epóxi.

Vantagens	Desvantagens
- Piso com boa resistência; - Boa durabilidade; - Pode se ser aplicado sobre outro piso; - Fácil limpeza; - Não tem rejunte; - Mais leve que o cerâmico; - Pouca geração de resíduo - Maior agilidade na aplicação em grandes Áreas	- Menor resistência abrasiva; - Perde o brilho com o passar do tempo, mas pode-se ser restaurado com polimento; - Pode manchar ou riscar, dependendo da qualidade do material. - Perde o caimento por ser autonivelante - Necessita de uma mão de obra qualificada;

Fonte: Guia de serviços s.d. (Cláudio, Darlan, 2017)

Estas são, dentre várias, as vantagens que os revestimentos epóxis apresentam quando aplicados em indústrias de ramo alimentar e bebidas. Pelo facto de estas responderem às várias exigências apresentadas pelos regulamentos nacionais (DM 1984.51).

Exigências como:

- Normas higiénicas para locais e instalações (Art. 32-36);
- Requisitos mínimos obrigatórios para estabelecimentos alimentares de produção e embalagem (Art. 45-46);
- Requisitos mínimos obrigatórios para armazenamento de produtos alimentares (Art. 53-61).

5. NORMAS E REGULAMENTOS

A seguir estão apresentadas as normas e regulamentos nacionais/internacionais que fazem a abordagem das exigências quanto aos pavimentos em vários âmbitos, desde a base até a superfície do mesmo:

- **BS EN 13813:2002** *Screed material and floor screeds – Screed material – Properties and requirements.*

Especifica os requisitos para a base para uso na construção de pisos internamente. Define para o reboco o desempenho relacionado ao tempo de presa, consistência, valor de pH e para o material de agregado endurecido, resistência à compressão, resistência à flexão, resistência ao desgaste, dureza da superfície, resistência à indentação, resistência à roda de rolamento, retração e dilatação, módulo de elasticidade, resistência de união, resistência ao impacto, reação ao fogo, desempenho acústico, resistência térmica e resistência química.⁵⁵

EN 1504-2:2004 – Revestimento para proteção de superfície do betão.

Chapter 2 – EN 1504: Individual documents – product characteristics and performance requests.

Part 2: *Surface protection systems.*

Part 3: *Repair mortars and concrete.*

Chapter 4 - EN 1504: Principles and methods in action:

V) Industrial environment: Cooling towers and chimneys.

En 13813:2002 – espalhamento de resina sintética.

Ec 1935/2004 – conformidade alimentar.

Fala à respeito da necessidade de garantir que os objectos e materiais sejam seguros e estejam em dividas condições para entrar em contacto com os alimentos;

⁵⁵ <https://www.thenbs.com/PublicationIndex/documents/details?Pub=BSI&DocID=261883>

Din en 13578 – produtos e sistemas para proteção e reparo de estruturas de betão – método de teste – compatibilidade de betão húmido quando exposto aos efeitos da humidade.

NBR 14050/1998 - sistemas de revestimentos de alto desempenho;

- Fala da versatilidade de realizar a aplicação desse tipo de porcelana em qualquer superfície, seja cimento, areia, pedras, cerâmicas, betão, e até ferro/metálica. **DM 1984.51-** Regulamento sobre os Requisitos Higiênicos dos Estabelecimentos Alimentares.

Secção III

- Normas higiénicas para locais e instalações (**Artigos 32-35**).

Capítulo V:

- Requisitos mínimos obrigatórios para estabelecimentos alimentares de produção e embalagem (**Artigos 45-46**).

Capítulo VI:

- Requisitos mínimos obrigatórios para armazenamento de produtos alimentares (**Artigos 53-60**).

6. CONCLUSÃO

Com a investigação que foi feita, foi possível ter uma melhor clareza a respeito de como os revestimentos que são aplicados têm se desenvolvido exponencialmente com a evolução das indústrias. E com isso, as exigências na resposta do mesmo, também crescem com o mesmo ritmo nesse ramo de infraestruturas, com especial atenção para o caso de indústrias de ramo alimentar e bebidas. E com isso, pode-se concluir que uso de revestimentos especiais para pavimentos de indústrias de ramo alimentar, têm atendido as várias exigências que tem crescido com a evolução das mesmas; Assim como o uso de um revestimento adequado no ramo de indústrias alimentares, não só contribui para o bom desempenho do sector industrial, mas também, garante que a produção seja feita de forma segura e oferece um produto final que esteja dentro dos padrões higiénicos, visto que o regulamento nacional - Decreto 1984.51 - exige que as instalações, equipamentos e utensílios devem estar em perfeitas condições higiénicas com operações diárias e extraordinárias de limpeza.

A aplicação do revestimento a base da resina epóxi – que é um dos revestimentos especiais utilizados - responde a muitas dessas exigências, a antiderrapagem, autonivelção, boa resistência química e mecânica, fácil aplicação, econômica, impermeável com um acabamento brilhante, segundo:

- ✓ ISSO 14644-1;
- ✓ Classe 4 – Relatório No. SI 0904-480;
- ✓ Relatório No. SI 1008-533;
- ✓ Boa resistência biológica conforme ISSO 846 e relatório CSM 1008-533;
- ✓ Classificação ao fogo conforme EN 13501-1, relatório no. 2007-B-0181/16.

Foi possível, com este trabalho, impulsionar a busca pelo conhecimento a respeito de resinas epóxis a serem aplicados como revestimento de pavimentos industriais, de modo a melhor conduzir para a escolha de revestimento adequado para as indústrias alimentícias.

Houve algumas limitações no acesso às indústrias para a recolha de dados ligados ao sector de instalação e produção, que ofereceria mais informações para a elaboração deste trabalho e um caso prático de demonstração da aplicação de resinas epóxis como revestimento de pavimento.

BIBLIOGRAFIAS

Referências bibliográficas

1. Abrantes, V. Pavimentos. Apontamentos da disciplina de Tecnologia das Construções, SCC, FEUP, 2004.
2. ANAPRE. O Sistema Pavimento Industrial. 2009.
3. Barros, J. Antunes, A. Juntas em Pavimentos de Edifícios Industriais. Seminário sobre dimensionamento de estruturas de betão reforçado com fibras de aço, 28/11/03, Guimarães, 21p., Universidade do Minho, Guimarães.
4. Barros, J. Pavimentos Industriais: materiais, dimensionamento e processos construtivos. Relatório 00-DEC/E-5, Universidade do Minho, Guimarães, 2000.
5. Concrete Society Technical Report N°34, Concrete industrial ground floors: A guide to design and construction. TR34, The Concrete Society, Crowthorne, 2003.
6. Cristelli, R. Pavimentos Industriais de Concreto. Análise do sistema construtivo. Monografia, Escola de Engenharia UFMG, 2010.
7. Flores-Colen, I. Garcia, J. Silva, L. Silva, A. Neto, N. Revestimentos de Pisos. IST. 2007. Data de acesso: 4/04/2015.
8. Garcia, J. Sistema de inspeção e diagnóstico de revestimentos epóxicos em pisos industriais. Dissertação de Mestrado, IST, 2006.
9. Jonathan Zonta, Revestimentos especiais em pisos industriais, Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, 2019.
10. J. M. Nascimento, 1991, Classificação funcional dos revestimentos de piso e dos locais - ITE 29, LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
11. Resende de Sá, R. Pisos Industriais de Concreto. Informativo Técnico REALMIX N° 3, 3/12/2009, página 1, Realmix, Aparecida de Goiânia.
12. Pacheco, R. H. T., Pavimentos térreos Industriais, Dissertação de mestrado, 2015.
13. Sousa, A., Brito, J., Branco, F., Requisitos dos produtos e materiais utilizados em reparações de revestimentos de piso. Actas do 3º congresso nacional da construção-Construção 2007, 17 a 19 dezembro 2007, Universidade de Coimbra, 1-11, Flor de Utopia, Coimbra.
14. Filho, C. M. C., Costa, D. I., Utilização do porcelanato e da resina epóxi no revestimento de piso: um comparativo econômico, Trabalho de Conclusão, Maceió – AL, 2017/02.

Outra bibliografia consultada

1. <https://www.kfkengenharia.com.br/servicos/pintura-uretanica/> [Acessado em Março de 2022].
2. <https://contenidos.gerflor.es/pt/escolher-pavimentos-grandes-superficies-comerciais/> [Acessado em Março de 2022].
3. https://www.google.com/search?q=Corte+ilustrativo+de+um+pavimento+t%C3%A9rreo+industria&tbm=isch&ved=2ahUKEwi-IJCv7-r2AhViaPEDHbceB-YQ2-cCegQIABAA&oq=Corte+ilustrativo+de+um+pavimento+t%C3%A9rreo+industria&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCCMQ7wMQJ1CWDFjaIWcyl2gAcAB4AIABlgOIAZcGkgEFMy0xLjGYAQCgAQQGqAQtnD3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=7r5CYr7II-LQxc8Pt72csA4&bih=630&biw=664&safe=strict&hl=en [Acessado em Março de 2022].
4. <https://pmfrevestimentos.pt/> [Acessado em Março de 2022].
5. <https://www.engenhariacivil.com/dicionario/tout-venant> [Acessado em Março de 2022].
6. <https://www.b2best.com.br/e/ceramica-sao-luiz/piso-antiacido> [Acessado em Março de 2022].
7. <https://www.mapadaobra.com.br/negocios/concreto-industrial/> [Acessado em Março de 2022].
8. <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=2250> [Acessado em Março de 2022].
9. <https://www.preparaenem.com/quimica/metais.htm> [Acessado em Março de 2022].
10. <https://www.revestepoxx.com.br/resina-epoxi-incolor-para-piso> [Acessado em Março de 2022].
11. <https://www.rimaq.com.br/blog/diferentes-tipos-de-resina/> [Acessado em Março de 2022].
12. <https://pamerliso.pt/> [Acessado em 29 de Março de 2022].
13. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7152/1/resumo%20Plant%20cell%20reports.pdf> [Acessado em 29 de Março de 2022].
14. <https://ncgovote.org/pt/pavimento-epoxi/> [Acessado em Março de 2022].

15. <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/revestimento-epoxi-ideal-para-industrias-galpoes-e-estabelecimentos-comerciais/6448> [Acessado em Março de 2022].
16. <https://fibersals.com.br/blog/juntas-de-dilatacao-e-os-efeitos-das-variacaoes-climaticas-nas-estruturas/> [Acessado em 29 de Março de 2022].
17. <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/8732> [Acessado em Março de 2022].