

Marcia Regina Werner Schneider Abdala
(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4



Marcia Regina Werner Schneider Abdala

(Organizadora)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 4

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
134	Impactos das tecnologias na engenharia civil 4 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-543-3 DOI 10.22533/at.ed.433192008 1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série CDD 690
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção civil é um setor extremamente importante para um país, e como tal é responsável pela geração de milhões de empregos, contribuindo decisivamente para os avanços da sociedade.

A tecnologia na construção civil vem evoluindo a cada dia e é o diferencial na busca da eficiência e produtividade do setor. A tecnologia permite o uso mais racional de tempo, material e mão de obra, pois agiliza e auxilia na gestão das várias frentes de uma obra, tanto nas fases de projeto e orçamento quanto na execução.

A tecnologia possibilita uma mudança de perspectiva de todo o setor produtivo e estar atualizado quanto às modernas práticas e ferramentas é uma exigência.

Neste contexto, este e-book, dividido em dois volumes apresenta uma coletânea de trabalhos científicos desenvolvidos visando apresentar as diferentes tecnologias e os benefícios que sua utilização apresenta para o setor de construção civil e também para a arquitetura.

Aproveite a leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DURABILIDADE E DEGRADAÇÃO DE ADESIVOS ESTRUTURAIS UTILIZADOS EM SISTEMAS DE REFORÇO COM FRP DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	
Amanda Duarte Escobal Mazzú Mariana Corrêa Posterli Gláucia Maria Dalfré	
DOI 10.22533/at.ed.4331920081	
CAPÍTULO 2	14
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE PRODUTO DE CURA QUÍMICA FORMADOR DE MEMBRANA NA PROFUNDIDADE CARBONATADA DO CONCRETO	
Alisson Rodrigues de Oliveira Dias Daniel Mendes Pinheiro Wilton Luís Leal Filho João Mateus Reis Melo	
DOI 10.22533/at.ed.4331920082	
CAPÍTULO 3	26
ESTUDO DE CASO DE PATOLOGIAS OBSERVADAS EM REVESTIMENTO EXTERNO DE FACHADA COM MANIFESTAÇÕES EM PINTURA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL	
Amanda Fernandes Pereira da Silva Hildegard Elias Barbosa Barros Diego Silva Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.4331920083	
CAPÍTULO 4	39
ESTUDO DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA PONTE DO BRAGUETO EM BRASÍLIA - DF	
Erick Costa Sousa Juliano Rodrigues da Silva Marcelle Eloi Rodrigues Maysa Batista Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.4331920084	
CAPÍTULO 5	54
AÇÕES MITIGADORAS DA REAÇÃO ÁLCALIS AGREGADO COM EMPRESAS ATUANTES NO MERCADO IMOBILIÁRIO DO RECIFE	
Cristiane Santana da Silva Amâncio da Cruz Filgueira Filho Roberto de Castro Aguiar Klayne Kattiley dos Santos Silva Manueli Sueni da Costa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920085	

CAPÍTULO 6	66
CORROSÃO: MECANISMOS E TÉCNICAS PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ARMADURAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO	
Ariane da Silva Cardoso Thayse Dayse Delmiro Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani Eliana Cristina Barreto Monteiro Tiago Manoel da Silva Agra	
DOI 10.22533/at.ed.4331920086	
CAPÍTULO 7	87
ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO VERTICAL PÚBLICA EM ALVENARIA ESTRUTURAL NA CIDADE DO RECIFE-PE	
Amâncio da Cruz Filgueira Filho Iago Santos Calábria Bruno de Sousa Teti Lucas Rodrigues Cavalcanti Amanda de Moraes Alves Figueira Walter de Moarais Calábria Junior	
DOI 10.22533/at.ed.4331920087	
CAPÍTULO 8	97
INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES EM UMA PONTE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE	
Romildo Alves Berenguer Yane Coutinho Lira Fernanda Cavalcanti Ferreira Thaís Marques da Silva Bráulio Silva Barros Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.4331920088	
CAPÍTULO 9	110
AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES TÉRREAS NA CIDADE DE TERESINA-PI	
Wendel Melo Prudêncio de Araújo Diego Silva Ferreira Hudson Chagas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4331920089	
CAPÍTULO 10	122
POLUIÇÃO VISUAL: ESTUDO DA QUALIDADE VISUAL DA CIDADE DE SINOP – MT	
Cristiane Rossatto Candido Renata Mansuelo Alves Domingos João Carlos Machado Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.43319200810	

CAPÍTULO 11 134

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO NUMA EDIFICAÇÃO EM SALGUEIRO-PE

Rafael Filgueira Amaral
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucíolo Victor Magalhães e Silva
Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200811

CAPÍTULO 12 147

IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA E RECUPERAÇÃO DE FUNDAÇÃO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO EM RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Camila Fernanda da Silva Siqueira
Walter de Moarais Calábria Junior
Lucas Rodrigues Cavalcanti

DOI 10.22533/at.ed.43319200812

CAPÍTULO 13 159

ERROS CONSTRUTIVOS COMO ORIGEM DE PATOLOGIAS NO CONCRETO ARMADO EM OBRAS NA CIDADE DE SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB

Kleber de Sousa Batista
Maria Aparecida Bezerra Oliveira
Rafael Wandson Rocha Sena

DOI 10.22533/at.ed.43319200813

CAPÍTULO 14 171

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DEVIDO A FALHAS NO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO ARMADO

Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200814

CAPÍTULO 15 185

INSPEÇÃO PRELIMINAR E MONITORAMENTO DE EDIFICAÇÃO EM CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM BRASÍLIA

Matheus Nunes Reis

DOI 10.22533/at.ed.43319200815

CAPÍTULO 16 199

INVESTIGAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS EM UM MURO DE CONDOMÍNIO RESIDENCIAL LOCALIZADO NA CIDADE DO RECIFE-PE

Bruno de Sousa Teti
Iago Santos Calábria
Amâncio da Cruz Filgueira Filho
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Amanda de Moraes Alves Figueira
Walter de Moarais Calábria Junior

DOI 10.22533/at.ed.43319200816

CAPÍTULO 17 213

MÉTODOS E ENSAIOS UTILIZADOS PARA VALIDAÇÃO DE PATOLOGIA ESTRUTURAL EM PILARES DE CONCRETO ARMADO COM BAIXA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Robson Viera da Cunha
Itallo Mahatan Danôa Lima
Delio Leal e Silva
Flavio César Fernandes
Danilo Lima da Silva
José de França Filho

DOI 10.22533/at.ed.43319200817

CAPÍTULO 18 228

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: FABRICAÇÃO E ASSENTAMENTO

Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar
Pablo Luiz Oliveira Aguiar
Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.43319200818

CAPÍTULO 19 241

PATOLOGIAS NA ESTRUTURA DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL ARLINDO FERREIRA DOS SANTOS

Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite
Edjanissa Kettilan Barbosa da Silva
Adri Duarte Lucena

DOI 10.22533/at.ed.43319200819

CAPÍTULO 20 257

REFORÇO ESTRUTURAL, MONOLITIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO EM BLOCOS DE FUNDAÇÃO

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
José Carlos Juvenal da Silva
Thaís Marques da Silva
Felipe Figueirôa de Lima Câmara
Manueli Suêni da Costa Santos
Dandara Vitória Santana de Souza
Cristiane Santana da Silva
Esdras José Tenório Saturnino
Igor Albuquerque da Rosa Teixeira
Marília Gabriela Silva e Souza
Carlos Eduardo Gomes de Sá Filho
Eliana Cristina Barreto Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.43319200820

CAPÍTULO 21	271
ESTUDO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO CONCRETO A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DE RCD COMO AGREGADO GRAÚDO	
Brenno Tércio da S. Miranda	
Cícero Jefferson R. dos Santos	
Danylo de Andrade Lima	
Edmilson Roque da Silva Júnior	
Larissa Santana Batista	
Marcelo Laédson M. Ferreira	
Marco Antônio Assis de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200821	
CAPÍTULO 22	288
ESTUDO SOBRE INSERÇÃO DE RASPAS DE PNEUS NO TIJOLO ECOLÓGICO FABRICADO NA REGIÃO DE TERESINA-PI	
Francisca das Chagas Oliveira	
Francisco Arlon de Oliveira Chaves	
Linardy de Moura Sousa	
Marcelo Henrique Dias Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.43319200822	
CAPÍTULO 23	297
PROJETO SEPTICA – EXPERIÊNCIAS EM EXTENSÃO PARA O SANEAMENTO RURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA CACHOEIRA DO BRUMADO (MARIANA – MG)	
André de Oliveira Faria	
Aníbal da Fonseca Santiago	
Jefferson de Oliveira Barbosa	
Lívia de Andrade Ribeiro	
Thainá Suzanne Alves Souza	
Thaissa Jucá Jardim Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.43319200823	
CAPÍTULO 24	310
ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO USO DE AGREGADO RECICLADO DE CONCRETO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ARGAMASSAS	
Romildo Alves Berenguer	
Yane Coutinho Lira	
Fernanda Cavalcanti Ferreira	
Thais Marques da Silva	
Bráulio Silva Barros	
Joanna Elzbieta Kulesza	
DOI 10.22533/at.ed.43319200824	
CAPÍTULO 25	322
CAUSAS PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA DO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE	
Victor Nogueira Lima	
Gabriela Linhares Landim	
Larissa de Moraes Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.43319200825	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	336
ÍNDICE REMISSIVO.....	337

PATOLOGIA EM PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: FABRICAÇÃO E ASSENTAMENTO

Gabriel Diógenes Oliveira Aguiar

Centro Universitário Santo Agostinho

Teresina-Piauí

Pablo Luiz Oliveira Aguiar

Centro Universitário Santo Agostinho

Teresina-Piauí

Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade

Centro Universitário Santo Agostinho

Teresina-Piauí

RESUMO: Baseado em uma pesquisa de campo, o estudo explana as irregularidades no processo de fabricação e execução do pavimento intertravado, justificando as imperfeições que surgem aos mesmos e o motivo de não cumprir sua função de ser durável e resistente. O trabalho mostra e explica o porquê da aparição de manifestações patológicas no pavimento intertravado, definindo ações que sejam capazes de diminuir ou resolver os problemas encontrados. Nas visitas técnicas realizadas para respaldar o trabalho, que compreende da estocagem da matéria-prima até a fabricação do produto final aplicado, no caso, o pavimento assentado pronto para o uso, constatou-se que as anomalias ocorrem por suscetíveis erros em todas as etapas da confecção desse tipo de pavimento. O trabalho apresenta as principais manifestações patológicas que acometem tanto

as unidades dos blocos como o pavimento de uma forma geral, de cunho estrutural e estético, e sugere para essas inconformidades suas respectivas soluções, tendo como principais sugestões o controle de água na mistura do concreto, o emprego de uma matéria-prima livre de impurezas, método de cura mais eficaz, respeitar a espessura da base e tipo de areia estabelecido por norma no assentamento e rejuntamento dos blocos.

PALAVRAS-CHAVE: patologias, pavimentos intertravados, *pavers*, concreto.

PATHOLOGY IN INTERLOCKED PAVEMENTS: FABRICATION AND LAYING

ABSTRACT: Based on a field research, the study explains the irregularities in the process of fabrication and execution of the interlocked pavement, justifying the imperfections that appear to the same and the reason of not fulfilling its function of being durable and resistant. The work shows and explains the reason for the appearance of pathological manifestations in the interlocked pavement, defining actions that are capable of reducing or solving the problems encountered. In the technical visits carried out to support the work, which comprises from the storage of the material for the manufacture to the final product in case the pavement set up

ready for the use, it was verified the anomalies occur for susceptible errors that occur in all the steps of the making of this type Of pavement. The work presents the main pathological manifestations that affect both the units of the blocks and the pavement in a general way, structure and aesthetic, and suggests for these nonconformity their respective solutions, having as main suggestions the control of water in the mixture of concrete, Have a raw material free of impurities, more effective curing method, respect base thickness and sand typing established by standard in the laying and grouting of blocks.

KEYWORDS: pathologies, interlocking pavements, pavers, concrete.

1 | INTRODUÇÃO

A origem do pavimento feito a partir de pedras justapostas foi iniciado pelos habitantes da ilha de Creta, na Grécia, cerca de 3.000 a.C. Já, naquela época, se utilizavam pedras justapostas apoiadas sobre camada de areia, para facilitar a fixação e acomodação dos elementos na construção de caminhos, segundo Fernandes (2015, p.18). Naquele tempo utilizavam-se apenas pedras e logo depois pedras talhadas, atualmente são utilizados blocos pré-moldados de concreto.

De acordo com a NBR 9781(2013), o pavimento intertravado é um pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base, seguido por camada de revestimento, constituída por peças de concreto justapostas, sem uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento. O intertravamento do sistema é proporcionado pela transmissão da carga ou parte dela para a peça vizinha através do atrito lateral entre as peças e também pela contenção.

Na cidade de Teresina-PI podem ser observadas ao longo da cidade várias obras de requalificação urbana e ambiental de espaços que estavam em mau estado de conservação, onde nessas requalificações está sendo feito o uso de pavimentos intertravados, por uma mais fácil execução e manutenção, contendo assim um maior custo/benefício.

Assim como toda estrutura de concreto, o pavimento intertravado está sujeito ao acometimento de manifestações patológicas. De acordo com a etimologia da palavra, patologia vem do grego (*pathos* – doença e *logia* – ciência, estudo) e significa “estudo da doença”. Ao levar esse conceito à construção civil temos o estudo dos danos que são causados às estruturas, sendo que estes podem se manifestar de diversas formas e ter causas variadas.

O objetivo deste trabalho é apontar os defeitos e as possíveis soluções que afetam o pavimento intertravado, sejam elas oriundas de materiais de baixa qualidade utilizados na fabricação, falta de controle tecnológico durante a fabricação ou uma má execução.

2 | JUSTIFICATIVA

Para Fernandes (2015, p.27), existem no mundo mais de 100 modelos de pavers, com diversas finalidades e aplicações. Além de ser utilizado como pavimentação de ruas, pode também ser aplicado a pisos ecológicos que possibilitam a utilização em consórcio com a grama, e os pisos com finalidades específicas como os permeáveis, drenantes, segregadores de tráfego, orientação para deficientes visuais, entre outros. A necessidade de pavimentos mais duráveis e resistentes, com uso diversificado, e que fossem de fácil aplicação e manutenção impulsionaram a produção em massa de blocos de pavimentos intertravados.

T&A BLOCOS E PISOS (2004) afirma que a busca pela racionalização dos processos construtivos, visando redução de custos e garantia da qualidade, tem sido uma constante entre as empresas construtoras brasileiras. Essa redução de custo é bem visível quando se fala que o pavimento pode ser desmontado e remontado a custo baixíssimo e tendo o reaproveitamento dos blocos na escala de 95% a 100%.

A produção em massa dos blocos se dá por suas várias vantagens e por ter vários processos de fabricação. Dentre esses processos, o mais utilizado a nível mundial e que tem melhor desempenho estético que se aplica a esse produto é o processo de vibro prensagem, no entanto, em contra partida é o que apresenta a maior possibilidade de inconformidades, sendo necessários maiores cuidados.

A fim de diminuir as anomalias deve haver, de forma criteriosa, avaliações de cada etapa do processo, que vai da escolha do material dos blocos utilizados nesse tipo de pavimento ao produto final que é o pavimento intertravado.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Como exposto acima, o pavimento intertravado está suscetível ao aparecimento de anomalias, as quais podem interferir em características desejáveis desse tipo de pavimentação, como a durabilidade, resistência, estética, dentre outras. Sabendo-se disso, para a identificação dessas características indesejadas, foi feito um estudo de campo em três fábricas de pavers, em três obras de requalificação urbana em que se encontrava a aplicação dos pavers e em uma calçada que apresentava os defeitos depois de curto período após o assentamento.

A identificação das inconformidades foi realizada através da observação das peças e condições de assentamento, propiciada pelo estudo de campo, bem como o uso de fotografias e amostragem de peças, para melhor avaliação e com a ajuda de explicações feitas por engenheiros que se faziam presentes nos lugares visitados no estudo de campo.

Com a finalidade de chegar à ideia central deste trabalho, que é a identificação das causas e as possíveis soluções, a execução do estudo de campo fundamentou-se em 3 etapas e cada uma com seus respectivos passos:

3.1 Fase de Fabricação

1º passo: verificar as condições de estocagem dos constituintes do concreto;

2º passo: observar se há a presença ou não do controle de água utilizada na mistura do concreto;

3º passo: coletar informações sobre a estocagem das peças prontas e seu processo de cura;

4º passo: observar o bloco e verificar se há presença de fissuras, matéria orgânica na peça, se há falhas no adensamento com presença de ninhos e vazios;

3.2 Fase de Aplicação dos *Pavers*

1º passo: verificar se a espessura da camada de assentamento atende a NBR 15953:2011, com a dimensão de 5 cm com tolerância de ± 2 cm.

2º passo: verificar se o espaçamento de juntas atende a NBR 15953:2011, com espaçamento que varia de 2 mm a 5 mm.

3º passo: observar se o rejuntamento e compactação são feitos de maneira correta, obedecendo a NBR 15953:2011.

3.3 Fase Pós-Aplicação (considerar o curto período após a aplicação completa dos pavers)

1º passo: atentar se as juntas estão preenchidas com areia, com a profundidade aceitável estabelecida por norma e verificar se há outros materiais que não seja areia nas juntas.

2º passo: verificar se não há nenhum vazamento da areia de assentamento através de imperfeições na contenção do pavimento.

3º passo: observar se os blocos mantêm o alinhamento/nivelamento.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho foi realizado a partir de visitas realizadas em 3 fábricas de pré-moldados, em 3 obras de aplicação do pavimento intertravado e em passeios públicos e estacionamentos que apresentavam patologias. As fábricas e as obras visitadas possuíam engenheiros responsáveis pela produção e aplicação, respectivamente.

4.1 Manifestações patológicas encontradas

Com os resultados obtidos a partir das análises das visitas e fotografias realizadas, foi possível notar variados tipos de manifestações patológicas, com casos em que dificultava o passeio público. As anomalias identificadas se apresentaram em diferentes momentos do processo produtivo, umas, logo após a fabricação e outras após o assentamento, são elas: fissuras, bolhas, ninhos ou vazios, eflorescência, afundamento do pavimento, rejuntamento desgastado, contenção quebrada ou malfeita.

4.1.1 Fissuras

As fissuras encontradas nos *pavers* podem acontecer em dois momentos, o primeiro é logo em seguida à desforma, que segundo Fernandes (2015, p.176) é causada geralmente por sobras de material que ficam da prensagem anterior (Figura 1a), pois ao ficar no fundo da forma, o novo molde se apoia sobre esse resto de concreto gerando uma rebarba e no momento da desforma essa rebarba sobe raspando a parede do bloco, causando uma tração que é responsável por esse tipo de fissuração (Figura 1b).

No segundo momento a fissura pode ocorrer por uma cura malfeita, onde a cura utilizada na fábrica é através da molhagem com mangueira, que é realizada por um período menor que o indicado, assim gerando um esfriamento do bloco e conseqüentemente uma retração que supera a resistência mecânica, gerando a fissura (Figura 1c).

Como esta fábrica é situada em Teresina, tem-se mais um agravante, as altas temperaturas, que provocam uma maior dilatação na peça, com isso uma maior retração e uma maior tração.

Possíveis soluções:

- Limpar a superfície da forma a cada ciclo de prensagem;
- Uso de lonas durante a cura, para diminuir influência da temperatura e perda de água excessiva;
- Ter o controle de água durante a mistura;

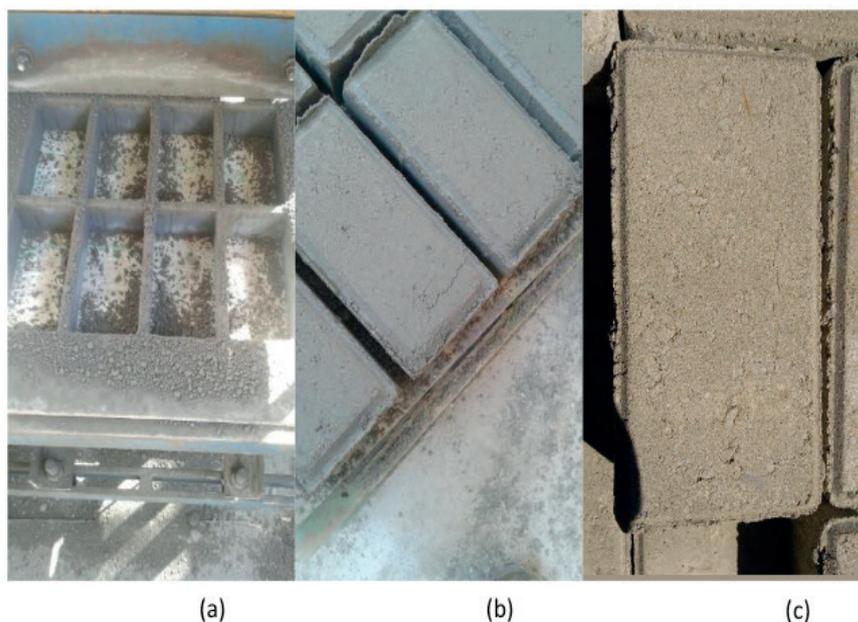


Figura 1 – Mostra as sobras de material de um ciclo para o outro (a); mostra as fissuras que surgem logo após o desmolde e as rebarbas deixadas (b) e fissura provocado durante o processo de cura (c).

Fonte: Autor

4.1.2 Bolhas

Segundo Bauer (2013, p.267) o ar pode ser encontrado envolvido pela pasta, sob a forma de bolhas ou em espaços interligados. As bolhas (Figura 2) são oriundas do excesso ou insuficiência de vibração, onde o excesso faz com que migre uma camada de argamassa à superfície e a insuficiência impede que o ar preso saia. Uma possível causa poderia ser o uso de desmoldante mineral, que o caso da fábrica visitada em questão, pois seu uso pode gerar uma película oleosa na superfície, impedindo que o ar saia e ao secar vai restar uma bolha.

Bauer (2013, p.269) diz que quando o teor de água está acima da quantidade de ar dos vazios, os espaços preenchidos por ar ficam cercados por água, onde há uma tendência de penetração nas cavidades, o que aumenta a pressão do ar, que se opõe a tensão superficial. Essas duas forças, ao se equilibrarem, a cavidade cheia de ar torna-se esférica.

Possíveis soluções:

- Utilizar o tipo de vibração mais indicado, com o tempo correto;
- Melhorar a dosagem de finos na mistura;
- Adequar o uso de desmoldantes;



Figura 2 – Bolhas na superfície dos pavers.

Fonte: Autor

4.1.3 Ninhos ou vazios

Os ninhos ou vazios (Figura 3) são descontinuidades e espaços deixados no concreto, gerando um ponto fraco na estrutura e sendo porta de entrada para agentes agressivos. Ao ser utilizada a quantidade de concreto insuficiente e não preencher por completo a forma, um mal adensamento e espaços deixados pela evaporação da água, são fatores que influenciam a criação desses ninhos.

Possíveis soluções:

- Preenchimento total da forma;
- Adensar de forma correta;
- Controle de água na mistura e cura.



Figura 3 – Ninhos causados por falha de concreto

Fonte: Autor

4.1.4 Eflorescência

Na maioria das vezes é causada pelo carbonato de cálcio, formado através da reação do dióxido de carbono, presente no ar, com o hidróxido de cálcio liberado na reação de hidratação do cimento. Nessa reação, o cimento libera cal no interior, durante a cura, a qual é feita ao ar livre, as peças ficam expostas à chuva e ao sol e a vários ciclos de molhagem e secagem, pertinentes ao próprio processo de cura.

Com a porosidade do concreto, a água intrínseca à peça, carrega para a superfície, levando junto a cal liberada na hidratação do cimento. Pelo fato de a água evaporar, de forma residual, a cal fica na superfície da peça e reagindo com o oxigênio presente no ar, transforma-se em carbonato de cálcio, aparecendo assim, a eflorescência (Figura 4).

A ocorrência da eflorescência é agravada com o processo de cura, através de molhagem ao ar livre.

Possíveis soluções:

- Utilizar procedimentos de cura que evitem a precoce evaporação de água;

- Usar CPIII (Alto-forno) ou CPIV (Pozolânico);
- Usar adições no concreto com metacaulin ou sílica ativa, por exemplo;
- Evitar contato com a umidade intensa após a cura.



Figura 4 – Eflorescência
Fonte: Autor

4.1.5 Afundamento do pavimento

O afundamento desse tipo de pavimento pode surgir de motivos simples, como aterro mal compactado, o solo não suporta a carga aplicada, carreamento da areia de assentamento para fora da contenção, camada de areia menor que a especificada por norma (min. 5 cm).

Existem dois tipos de afundamentos: o afundamento pata de elefante, onde a parte que afunda é em formato circular (Figura 7a) ou pode ocorrer o afundamento na trilha de roda, recebe esse nome pelo formato linear e lembra a uma marca de pneu (Figura 7b).

A ocorrência desse afundamento pode levar ao desarranjo do pavimento, com o afastamento dos blocos, podendo gerar deslocamentos individuais na horizontal, vertical ou de giração. Em casos mais graves, os blocos ficam soltos da pavimentação (Figura 7c).

Possíveis soluções:

- Realizar uma sondagem, para verificar a resistência do solo natural;
- Seguir as cotas e condições da camada de assentamento que a norma es-

tabelece;

- Verificar se as contenções não possuem nenhum tipo de vazamento da camada de assentamento.



Figura 5 – Patologia do tipo afundamento pata de elefante (a); Patologia do tipo afundamento trilha de roda (b) e Patologia com afundamento pata de elefante agravado.

Fonte: Autor

4.1.6 Rejuntamento desgastado

O rejunte é o espaçamento que fica entre um paver e outro, com espaçamento mínimo de 2 a 5 mm, de acordo com a NBR 15953:2011, o qual deve ser preenchido com material de granulometria estabelecida por norma. O rejuntamento é de extrema importância, pois trabalha em conjunto com a contenção, realizando o intertravamento do pavimento, tendo ainda a função de drenagem de água da chuva ou de outras origens, para que não haja o seu empocamento. Faz-se necessário sempre passar por manutenção, pois a areia de rejuntamento sai com facilidade, ficando assim suscetível a ser preenchido por outros materiais que venham a obstruir a passagem da água, e impedir a drenagem do pavimento, fazendo surgir poças d'água que podem contribuir com o surgimento de outras patologias (Figura 6b).

Possíveis soluções:

- Realizar manutenções periodicamente, para recolocar a areia de rejuntamento que se perde, seja pelo vento, chuva, calçado de pedestres ou pela ação do tráfego;
- Indicar a espessura do rejuntamento de acordo com a norma;

Indicar materiais com granulometria de acordo com a norma;

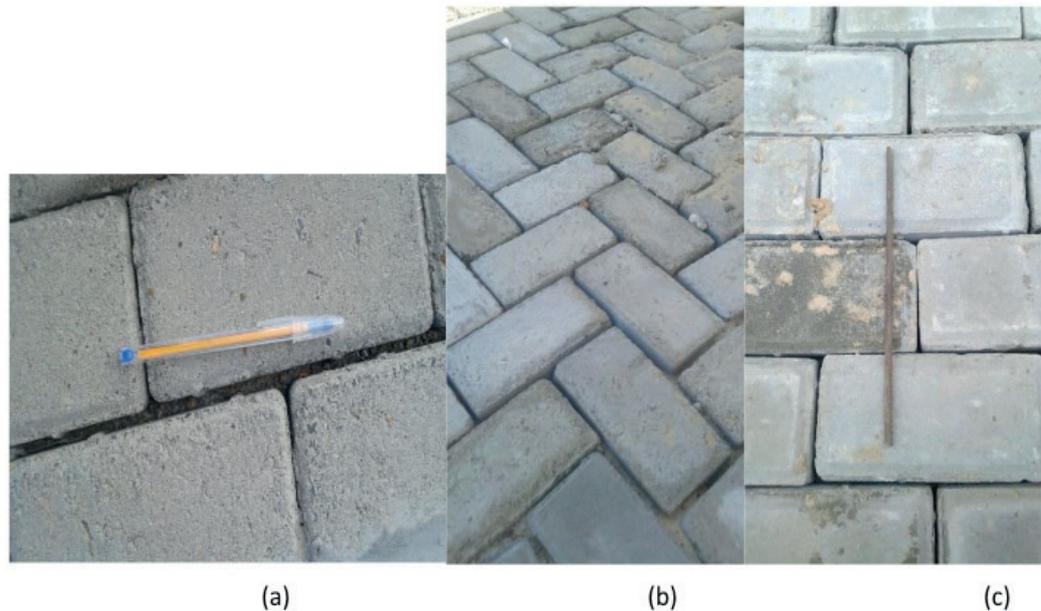


Figura 6 - Mostrando o rejuntamento bastante espaçado, com referência a partir da caneta, e sem areia (a); mostrando o rejuntamento bastante espaçado superando limite de norma sendo preenchido por materiais que não fazem parte do rejuntamento e sem areia (b) e espaçamento malfeito com base na bitola do ferro – 8 mm (c).

Fonte: Autor

4.1.7 *Contenção lateral quebrada ou malfeita*

A contenção lateral é uma das principais estruturas que compõe o pavimento intertravado, pois é responsável pelo intertravamento das peças. Ao haver a quebra ou desafixação desta contenção, pode ocorrer o carreamento da areia de assentamento, levando ao deslocamento das peças, abertura das juntas, fazendo com que a areia de rejuntamento saia, tirando a capacidade de intertravamento (Figura 7). Patologias que venham a acometer a contenção lateral, prejudicam toda a estrutura do pavimento, logo se houver o rompimento dessa estrutura, o problema deve ser resolvido o quanto antes.

Possíveis soluções:

- Colocar peças que resistam aos esforços solicitados;
- Vedar totalmente a contenção para que não haja fuga da areia;



Figura 7 – Contenção lateral quebrada

Fonte: Autor

4.2 Generalidades

Além dos vários fatores mostrados, há outros que podem influenciar na qualidade do pavimento intertravado, e prejudicar o seu desempenho, como por exemplo, as condições em que se encontra estocada a matéria-prima para a confecção do concreto. Em uma das fábricas visitadas, o cimento não estava acomodado da maneira correta, pois encontrava-se em contato direto com o solo e com a parede. Já os agregados, estavam armazenados a céu aberto, em contato direto com o solo e misturados com outros materiais. (Figura 8, 9 e 10)

Conhecido também como baias, os locais destinados à estocagem do material, devem estar regularizados conforme a NBR 12655:2006, no item 5.3.2, onde o depósito destinado ao armazenamento dos agregados deve ser feito de tal maneira que seja evitado o contato com o solo e que não ocorra a contaminação com outros sólidos ou líquidos prejudiciais ao concreto.



Figura 8 – Mistura entre areia fina e seixo.

Fonte: Autor



Figura 9 – Mistura entre seixo e areia grossa

Fonte: Autor



Figura 10 – Mistura entre areia grossa e brita

Fonte: Autor

5 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através desse estudo se fizeram convincentes, apresentando as patologias que afetam o pavimento intertravado bem como suas possíveis soluções para que o mesmo mantivesse suas características principais.

Para solucionar problemas de mobilidade urbana, revitalização de praças e parques e ter um piso tátil integrado ao pavimento, para facilitar a mobilidade de deficientes visuais, verificou-se os problemas que atingem os pavers de forma individual e no conjunto da parte da fabricação, até a aplicação, para obter as melhores soluções, seguindo as normas que regem essa pavimentação.

A possível utilização de um controle de qualidade na fabricação das peças, além de otimizar a produção, teria como resultado pavers com melhores características, tanto estéticas quanto de resistência mecânica. A maior frequência de manutenção também é um fator determinante na durabilidade desse tipo de pavimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9781: Peças de Concreto para Pavimentação – Especificação e método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.

_____. NBR 15953: Pavimento intertravado com Peças de Concreto – Execução. Rio de Janeiro, 2011.

BAUER, L.A.F. *Materiais de Construção*. 5.ed. Rio de Janeiro: LCT, 2015

FERNANDES, I. *Blocos e Pavers: Produção e Controle de Qualidade*. 6.ed. São Paulo: Treino e Acessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2015

T&A BLOCOS E PISOS. Manual Técnico de Piso Intertravado de Concreto. Fortaleza, 2004

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alvenaria Estrutural 87, 332

Análise Estrutural 185

B

Bragueto 6, 39, 40, 44, 49, 51, 52

C

Carbonatação 13, 14, 15, 16, 18, 19, 23, 66, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 85, 86, 99, 104, 107, 108

Cidade limpa 122

Comportamento a longo prazo 1

Concreto 14, 24, 38, 40, 53, 54, 59, 60, 64, 65, 66, 74, 84, 85, 86, 108, 109, 146, 155, 157, 158, 169, 184, 185, 198, 211, 212, 213, 227, 240, 245, 261, 268, 270, 274, 280, 286, 287, 321

Concreto Armado 84, 86, 108, 109, 169, 185, 198, 212, 227, 245

Construção 19, 38, 40, 109, 113, 122, 147, 184, 211, 240, 241, 273, 287, 321, 322

Corrosão 45, 50, 66, 68, 84, 85, 86, 102, 109, 110, 115, 117, 167, 212, 270

Cura química 14, 15, 17, 18, 23, 25, 176

D

Degradação 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 26, 27, 28, 77, 84, 86, 100, 106, 107, 111, 112, 134, 135, 138, 142, 146, 159, 166, 167, 169, 200, 289

Diagnóstico de Manifestações Patológicas 97

Durabilidade 1, 52, 84, 96, 109, 157, 212

E

Edificações 87, 88, 96, 110, 113, 212, 241, 255, 256

Edifício 26, 65, 258

Ensaio e pilares 213

Estrutura 6, 32, 39, 43, 85, 87, 159, 199, 255, 321

F

Fachada 26, 32, 33, 128, 187, 194

Fiscalização 87, 96

Fissura 47, 110, 116, 250, 252

Fundações 54, 64, 65

G

GDE/UNB 39, 40, 41, 42, 49, 52

I

Inspeção 42, 52, 85, 97, 99, 100, 106, 109, 115, 116, 117, 118, 185, 211, 212
Inspeção de Estruturas 97

M

Manifestações patológicas 27, 32, 34, 66, 67, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 106, 108, 110, 111, 114, 115, 116, 119, 120, 134, 135, 136, 137, 143, 144, 145, 171, 172, 173, 174, 183, 184, 186, 188, 189, 197, 201, 211, 214, 228, 229, 231, 241, 242, 243, 244, 245, 252, 255, 257, 259, 324, 329
Monitoramento 185, 192, 193, 300, 301

P

Patologia 34, 35, 38, 87, 109, 110, 113, 121, 146, 147, 158, 199, 201, 212, 227, 236, 241, 243, 252, 255, 256, 334
Poluição visual 122, 123, 124, 125, 126, 130, 131, 132
Ponte 6, 39, 40, 49, 51, 52, 55, 56, 97, 212
Pré-fabricado 171, 173
Prevenção 65, 146, 147, 199

Q

Qualidade visual 7, 122, 123, 124, 126, 127, 131, 132, 133

R

Reação Álcali-Agregado 54, 64
Recuperação 54, 66, 146, 147, 158, 199, 212, 227, 262, 274
Reforço com FRP 1
Resinas epoxídicas 1
Revestimento 26, 38, 141, 187, 188, 321, 332

T

Terapia 135, 137, 202, 258, 330

U

Umidade 50, 77, 110, 118, 140

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-543-3



9 788572 475433