

ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED CIVIL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

ARMANDO DIAS DUARTE
(ORGANIZADOR)

Collection:

APPLIED CIVIL ENGINEERING

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C697 Collection: applied civil engineering / Organizador Armando Dias Duarte. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-855-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.554222501>

1. Civil engineering. I. Duarte, Armando Dias. II. Título.
CDD 624

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção de trabalhos intitulada “*Collection Applied civil engineering*” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de diversos trabalhos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar, pesquisas cujos resultados possam auxiliar na tomada de decisão, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional.

Os trabalhos desenvolvidos foram realizados em instituições de ensino e pesquisa no Brasil e um em Porto. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas da educação, construção civil, segurança, métodos numéricos, resíduos sólidos e tratamento de esgoto. A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela área da Engenharia Civil, através de temáticas atuais com resoluções inovadoras, descritas nos capítulos da coleção. Sendo assim, a divulgação científica é apresentada com grande importância para o desenvolvimento de toda uma nação, portanto, fica evidenciada a responsabilidade de transmissão dos saberes através de plataformas consolidadas e confiáveis, como a Atena Editora, capaz de oferecer uma maior segurança para os novos pesquisadores e os que já atuam nas diferentes áreas de pesquisa, exporem e divulgarem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

METODOLOGIA PBL COMO ALTERNATIVA PARA VIABILIDADE DO ENSINO NO CONTEXTO DE PANDEMIA DA COVID-19

Luamim Sales Tapajós
Valquíria Santana da Silva
Fabiano Hector Lira Muller
Ronne Clayton de Castro Gonçalves
Andryo Henrique Freitas da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225011>

CAPÍTULO 2..... 12

PATOLOGIAS EM IMÓVEL POR AUSÊNCIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO - ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO NA CIDADE DE MANAUS

Rosalina Siqueira Moraes
Anna Isabell Esteves Oliveira
Kassem Assi
Fátima Mendes Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225012>

CAPÍTULO 3..... 20

PERMEABILIDADE MÍNIMA DE ESPÉCIES DE MADEIRA PARA A PRODUÇÃO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC)

Kelly Dayane Nadaleti de Souza
Bárbara Branquinho Duarte
Francisco Antonio Rocco Lahr

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225013>

CAPÍTULO 4..... 32

UTILIZAÇÃO DA INJEÇÃO DE RESINA EPÓXI COMO MÉTODO DE CORREÇÃO DO SOMCAVO EM FACHADAS COM REVESTIMENTO CERÂMICO

Guilherme Alves Correa
Marcus Daniel Friederich dos Santos
Yuri Dos Santos Tatim Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225014>

CAPÍTULO 5..... 46

ANÁLISE COMPARATIVA TERMOACÚSTICA ENTRE O SISTEMA MONOLÍTICO COM PAINEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) E A ALVENARIA CONVENCIONAL

Pedro Afonso de Araújo Costa
Felipe Daniel Bastos Lopes
Marco Antônio de Moura Fortes
Tiago de Macêdo Lima Moura Fé
Renan Maycon Mendes Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225015>

CAPÍTULO 6..... 64

A IMPORTÂNCIA DA CALDA DE CIMENTO PARA INJEÇÃO NA PROTENSÃO DE PONTES:
UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE NORMATIVOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS
DE CONTROLE DE QUALIDADE

Paulo André Valadares

Fabio Albino de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225016>

CAPÍTULO 7..... 79

ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE HORMIGÓN CON
CIMBRA AUTOLANZABLE – UN CASO PRÁCTICO

Pedro Pacheco

Diogo Carvalho

Hugo Coelho

Pedro Borges

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225017>

CAPÍTULO 8..... 92

MODELAGEM NUMÉRICA DE VIGAS DE EQUILÍBRIO VIA MÉTODO DE BIELAS E
TIRANTES

Philippe Queiroz Rodrigues

João da Costa Pantoja

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225018>

CAPÍTULO 9..... 106

MATRIZES DE CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE EVA

Diana Santos de Jesus

Joabson Lima Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5542225019>

CAPÍTULO 10..... 119

REALCALINIZAÇÃO ELETROQUÍMICA DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO
CARBONATADAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Guilherme Alves Correa

Yuri dos Santos Tatim Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.55422250110>

CAPÍTULO 11..... 140

ESTUDO DA ATIVIDADE POZOLÂNICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS ATRAVÉS
DE MEDIDAS DE pH E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SUSPENSÕES CAL:RESÍDUO

Lucas Gil Duarte

Letícia Freitas Assis

Gean Pereira da Silva Junior

Alan Henrique Vicentini

Mauro Mitsuchichi Tashima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.55422250111>

CAPÍTULO 12.....	153
DESEMPENHO NA REMOÇÃO DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) EM UM SISTEMA SIMULADOR DE VALA DE FILTRAÇÃO	
Ariston da Silva Melo Júnior	
Kleber Aristides Ribeiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.55422250112	
CAPÍTULO 13.....	166
POLÍTICA INTEGRADA DE ESG APLICADA À MINERAÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA	
Rafaela Baldi Fernandes	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.55422250113	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	177
ÍNDICE REMISSIVO.....	178

MATRIZES DE CONCRETO COM INCORPORAÇÃO DE EVA

Data de aceite: 01/01/2022

Data de submissão: 08/10/2021

Diana Santos de Jesus

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do
São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF
Brasília-DF
<http://lattes.cnpq.br/5633403162824830>

Jobson Lima Alves

Departamento de Ciências Exatas e
Tecnológicas
Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus-Ba
<http://lattes.cnpq.br/6903509459191326>

RESUMO: A utilização de novas tecnologias na indústria da construção civil que diminua o impacto ambiental é objeto de estudo de vários pesquisadores. Neste caminho, a inclusão de novos materiais, como o EVA (Etil Vinil Acetato), que é um polímero bastante empregado na indústria calçadista para a fabricação de palmilhas e solados de calçados, ganha grande importância. Ele é produzido em grande escala e se aglomera em grandes áreas prejudicando o meio ambiente. Para minimizar este problema, estuda-se sua aplicação em estruturas de concreto leve, devido à sua baixa massa unitária de aproximadamente 180 kg/m^3 , por meio de sua incorporação no concreto em substituição ao agregado graúdo. Neste trabalho estuda-se a influência do EVA nas propriedades mecânicas do concreto através de sua incorporação, em substituição ao agregado graúdo, em quatro

teores: 0%, 12,5%, 25% e 50%. Foram realizados ensaios mecânicos de compressão axial em corpos-de-prova de concreto, onde se observou uma redução na densidade das amostras, bem como em sua resistência à compressão, à medida que se aumentava o teor de EVA na mistura. A partir destes resultados, verificou-se que a utilização de concreto leve com EVA pode ser útil no enchimento de lajes, painéis de vedação, isolamento acústico e em elementos de concreto que não exijam um grande valor de resistência à compressão.

PALAVRAS-CHAVE: EVA. Agregado Graúdo. Concreto Leve. Propriedades Mecânicas. Sustentabilidade.

CONCRETE MATRIX WITH INCORPORATION OF EVA

ABSTRACT: New technologies that can be used to minimize the environmental damage due to civil construction residues has been studied by many researchers. EVA (Ethylene-Vinyl Acetate) generated in the footwear industry is a potential material that can be used as a lightweight aggregate (unity mass of 180 kg/m^3) to concrete that results in a material with low density and reduced strength. The aim of this work is to analyze the influence of EVA in the mechanical properties of lightweight concrete to be used in the civil construction industry. Concrete specimens were molded with four EVA distinct rates in substitution to coarse aggregate: 0%, 12,5%, 25% and 50%. Experimental compressive axial tests were carried out and the results obtained showed that as the EVA rates increases the axial strength and the specimen density decreases.

This kind of material can be employed in civil construction industry in situations where no structural functions is required: as panels, thermic and acoustic isolation of roof and floor, for example.

KEYWORDS: EVA. Lightweight Concrete. Coarse Aggregate. Mechanical properties. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A mistura em adequada proporção de água, cimento, agregados graúdos e miúdos resulta no concreto cujas propriedades mecânicas substanciais são a resistência à compressão, a resistência à tração e o módulo de elasticidade. Essas propriedades são verificadas a partir de ensaios mecânicos que seguem os procedimentos estabelecidos em norma (NBR 5739). Nos últimos quarenta anos, de acordo com Rossignolo (2009), houve considerável progresso na tecnologia do material em consequência do aperfeiçoamento de equipamentos e técnicas para análise do concreto, bem como a utilização de novos materiais, surgindo concretos especiais como os concretos leves.

A obtenção de concreto leve se dá pela modificação da composição do concreto convencional, substituindo, em sua matriz, os agregados tradicionais por um agregado alternativo com menor massa específica. Sua aplicação é vantajosa, principalmente no sistema construtivo pré-fabricado, reduzindo o alto peso do transporte de elementos como lajes e vigotas treliçadas.

“O agregado é o principal responsável pela massa unitária, módulo de elasticidade e estabilidade dimensional do concreto” (MEHTA e MONTEIRO, 1994:21), Santiago (2008) afirma que o comportamento mecânico do concreto é influenciado pela sua massa específica, ou seja, quanto menor a massa específica do concreto, menor sua capacidade mecânica. Como o EVA possui baixa massa específica, constitui-se um candidato a formar um concreto leve com boas características.

2 | OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é analisar as modificações dos módulos de resistência padrão ocasionadas pela introdução de um material não usual à matriz cimentícia dos corpos-de-prova, neste caso, o EVA. Para isto, corpos-de-prova de concreto foram produzidos, onde, progressivamente, foram introduzidas diferentes taxas volumétricas de Etil Vinil Acetato (EVA) em relação à brita de número zero (brita que passa na peneira de abertura 9,5 mm e que fica retida na de 4,8mm) nas seguintes proporções: 0 % do agregado leve, seguidas por 12,5 %, 25% e 50%.

3 | METODOLOGIA

Neste trabalho, inicialmente, fez-se o procedimento para o preparo dos materiais e determinação do traço do concreto. Posteriormente, moldou-se os corpos de prova e se realizou ensaios mecânicos de compressão axial.

3.1 Traço e Preparo dos Materiais

A determinação das quantidades de materiais foi feita a partir dos estudos realizados pela Faculdade de Engenharia de Bauru (Barboza e Bastos, 2008) sobre caracterização de concreto e definição de traços. Esse estudo foi baseado na análise de dosagem experimental onde se elaborou diagramas de dosagens com três tipos de cimento (CP II-E-32, CP V-ARI e CP II-F-32).

No estudo de dosagem experimental, seguindo o método de dosagem IPT/EPUSP, apresentado por Helene e Terzian [5], utilizou-se o cimento Portland CP V – ARI para a obtenção de Diagramas de Dosagem. O fator água-cimento escolhido para a mistura foi de 0,51, implicando no seguinte traço em massa (Kg):

1: 2,02: 0,684: 1,596 (Cimento, areia, brita 0, brita1)

O traço desenvolvido atende às prescrições das normas NBR 6118/14 e NBR 14931/04 e a resistência à compressão esperada foi de 34 MPa aos 7 dias.

O aglomerante escolhido para a execução da pesquisa, cimento Portland CP V-ARI RS, possui alta resistência inicial e final, o que o faz ter um desempenho superior aos cimentos comuns. Além disso, possui uma maior durabilidade e resistência a sulfatos em ambientes agressivos, apresenta tempo de pega igual ao CP II E40 e proporciona uma desforma rápida para agilizar a montagem dos corpos de prova.

O EVA utilizado na confecção dos corpos de prova foram extraídos de uma das fábricas calçadistas, localizada na cidade de Itabuna-BA, proveniente de sobras da fabricação.

Realizada a determinação da dosagem, confeccionou-se agregado graúdo de sobras de placas de EVA geradas de resíduo de fabricação de calçados. A granulometria executada foi na faixa da brita 0, isto é, a parcela de EVA que passava na peneira de 9.5 mm e que ficava retida na peneira de 4.5 mm (figura 1).



Figura 1 - EVA com granulometria de brita 0.

Partes da quantidade total do agregado miúdo foi peneirada e secada em estufa em intervalos de 24h. O peneiramento também foi feito com os agregados graúdos que em seguida foram lavados e postos à luz solar para secagem.

3.2 Moldagem dos Corpos de Prova

Para o preparo do concreto, os materiais foram separados em recipientes plástico e, em seguida, foi feita a pesagem das quantidades necessárias definidas pelos traços. Com todos os materiais preparados, no dia da concretagem a betoneira foi umedecida e aos poucos os materiais foram inseridos formando o concreto.

Após o preparo do concreto, para a realização do slump test, umedeceu-se o molde e a placa de base. Posicionou-se o molde no centro da placa base, pressionando as aletas do molde com os pés e enchendo rapidamente o molde com o concreto preparado, em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do molde. Compactou-se cada camada com 25 golpes, utilizando a haste de compactação, distribuindo uniformemente os golpes sobre a seção de cada camada. Compactou-se a camada inferior em toda sua espessura. O mesmo foi feito com as outras camadas de forma que os golpes penetrassem apenas a camada anterior.

Limpou-se a placa de base e se retirou o molde, levantando cuidadosamente na direção vertical. Essa operação foi realizada em 5 a 10 segundos, com movimento constante para cima, sem submeter o concreto a movimentos de torção lateral. A Figura 2 mostra o procedimento até essa fase.



Figura 2 - Slump Test.

Imediatamente após a retirada do molde, mediu-se o abatimento do concreto, determinando a diferença entre a altura do molde e a altura do eixo do corpo de prova, que corresponde à altura média do corpo de prova desmoldado.

Para a moldagem dos corpos de prova, foi necessário o preparo dos moldes a serem utilizados. Seu interior foi coberto por óleo vegetal para facilitar a retirada das amostras de concreto.

Os moldes foram preenchidos com três camadas de concreto, com espessuras aproximadamente iguais, aplicando-se 25 golpes, uniformemente distribuídos, pela seção transversal com uma haste metálica. Rasou-se a superfície dos moldes com a colher de pedreiro e o acabamento foi finalizado através de movimentos de rolagem do soquete.

Após a moldagem, os corpos de prova foram colocados sobre uma superfície plana, protegido de vibrações e de intempéries por 24h. Após a desmoldagem, todas os corpos de prova foram identificados e armazenados em um tanque de cura, de acordo com a NBR 5738:2015. A Figura 3 mostra os corpos de prova desmoldados e nomeados.



Figura 3 - Corpos de prova desmoldados e identificados.

3.3 Ensaio de Compressão Axial

Realizou-se o ensaio de compressão axial aos 7 dias de idade em 3 amostras para cada percentual de substituição da brita 0 pelo EVA, seguindo as recomendações da norma para concreto convencional (ver tabela 1). Os ensaios foram realizados no laboratório de materiais e construção civil (LMCC) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC).

Faixas (%)	Quantidade de Amostras	Dimensão da amostra	
		Diâmetro (cm)	Altura (cm)
0,00	3	10	20
12,50	3	10	20
25,00	3	10	20
50,00	3	10	20

Tabela 1 – Quantidade de amostras e dimensão.

Antes de posicionar a amostra na prensa hidráulica, certificou-se se as bases do equipamento e do material a ser ensaiado estavam secas e limpas. Depois disso, posicionou-se a amostra no centro do prato inferior da prensa, buscando auxílio com os círculos concêntricos de referência. Escolheu-se a escala de força a ser utilizada de tal forma que a força de ruptura CP acontecesse no intervalo de tempo em que o equipamento fora calibrado.

Aplicou-se o carregamento, continuamente e sem choques, sobre a amostra, na velocidade de carregamento igual a $0,45 \pm 0,15$ MPa/s mantida constante durante todo o ensaio. A Figura 4 mostra o carregamento sendo aplicado sobre o corpo de prova na máquina de compressão.



Figura 4 - Corpo de prova sendo carregado na Máquina de Compressão.

A aplicação do carregamento foi encerrada no momento que ocorreu a ruptura da amostra. A figura 5 apresenta as amostras rompidas após o ensaio.



Figura 5 – Amostras após ensaio de Compressão.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da máxima resistência à compressão, para cada uma das três amostras, pertencentes a cada faixa de valores percentuais de EVA, são apresentados nas tabelas 2 até 5.

Amostra	Diâmetro (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (Kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tensão Máxima Média (MPa)	Coef. Variação (%)
CP 1	100,00	7853,98	8052,00	10,05	10,62	6,79
CP 2	100,00	7853,98	8312,00	10,38		
CP 3	100,00	7853,98	9156,00	11,43		

Tabela 2 - Dados do ensaio à compressão das amostras com substituição volumétrica de 50% da brita 0 por EVA.

Amostra	Diâmetro (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (Kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tensão Máxima Média (MPa)	Coef. Variação (%)
CP 1	100,00	7853,98	11041,00	13,79	11,61	16,27
CP 2	100,00	7853,98	8303,00	10,37		
CP 3	100,00	7853,98	8555,00	10,68		

Tabela 3 - Dados do ensaio à compressão das amostras com substituição volumétrica de 25% da brita 0 por EVA.

Amostra	Diâmetro (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (Kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tensão Máxima Média (MPa)	Coef. Variação (%)
CP 1	100,00	7853,98	16338,00	20,40	19,20	7,39
CP 2	100,00	7853,98	15664,00	19,56		
CP 3	100,00	7853,98	14120,00	17,63		

Tabela 4 - Dados do ensaio à compressão das amostras com substituição volumétrica de 12,50% da brita 0 por EVA.

Amostra	Diâmetro (mm)	Área (mm ²)	Força Máxima (Kgf)	Tensão Máxima (MPa)	Tensão Máxima Média (MPa)	Coef. Variação (%)
CP 1	100,00	7853,98	22020,00	27,49	28,98	8,63
CP 2	100,00	7853,98	22083,00	27,57		
CP 3	100,00	7853,98	25521,00	31,87		

Tabela 5 - Dados do ensaio à compressão das amostras com substituição volumétrica de 0% da brita 0 por EVA.

Ao observar as tabelas 2 até 5 é possível notar uma diminuição nas tensões normais máximas com o aumento percentual de EVA no concreto. Tomando-se como referência a tensão média, podemos notar que, nas faixas de substituição de 25% e 50%, seu valor cai de forma substancial com relação a amostra de 0% de EVA. Este resultado já era esperado, pois, durante a produção, foi necessário realizar correções no traço inicial devido ao consumo de água do EVA ser superior ao da brita tradicional.

Na etapa de produção das amostras, aquelas com percentual de 25% foi o segundo grupo a ser produzido (as de 0% foram as primeiras). Nesse ponto, ainda não era conhecido o comportamento do material como elemento do concreto. Na execução, como já era previsto, o agregado leve mostrou maior necessidade de água do que a da faixa de 0%, onde já tinha sido feita uma correção de 200 g, apresentando um slump de 1 cm. Como a trabalhabilidade das amostras de 25% de EVA diminuiu, foi necessário executar uma correção de 400 g de água aumentando o slump para 3,5 cm. Como a produção das amostras das outras faixas de EVA foram feitas após as de 25%, as correções necessárias foram menores, de 250 g e 200 g, produzindo slumps de 2 cm e 1,5 cm, para as faixas de 50% e 12,50%, respectivamente.

Após as correções os fatores a/c variaram de, com relação ao percentual de EVA: 0,56 (0%), 0,56 (12,50%), 0,60 (25%) e 0,57 (50%). Assim, esperava-se que a faixa de 25% apresentasse decaimento de resistência maior do que as outras faixas. Os valores dos coeficientes de variação da tensão máxima das amostras, de cada faixa percentual de EVA, apresentados nas tabelas, mostram que a faixa de 25% apresentou uma maior variação, 16,27%.

Nas figuras 6, 7, 8 e 9 estão os gráficos que relacionam a evolução da tensão e da deformação normal, para as três amostras, de cada faixa de percentual de inclusão de EVA, onde se pode observar a tendência de queda das tensões à medida que se aumenta o percentual de EVA nas amostras.

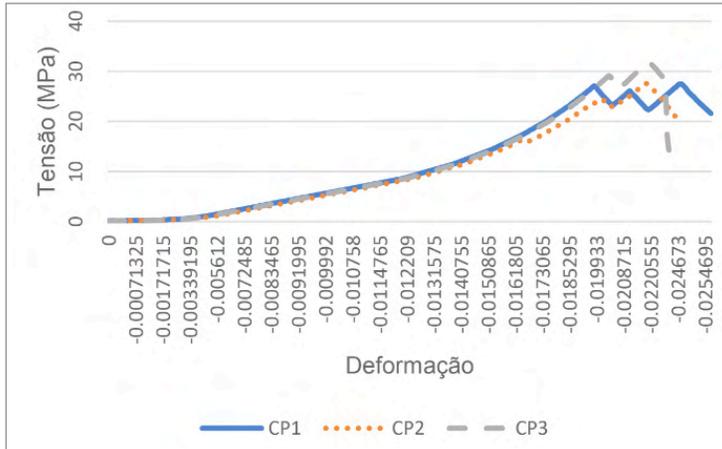


Figura 6 – Gráfico tensão x deformação normal para as amostras com 0% de EVA.

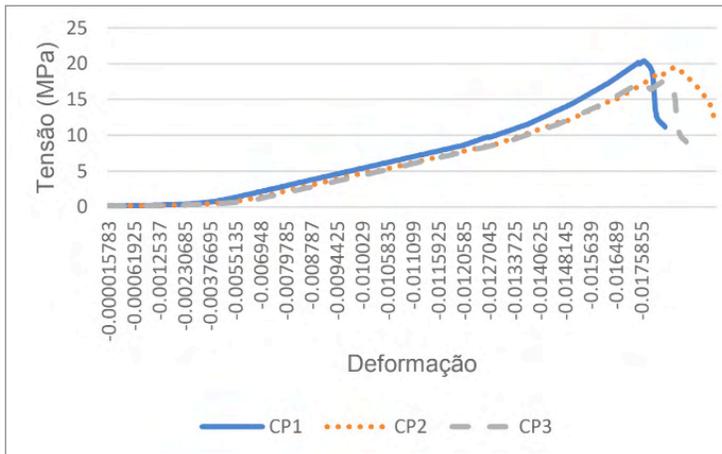


Figura 7 – Gráfico tensão x deformação normal para as amostras com 12,50% de EVA.

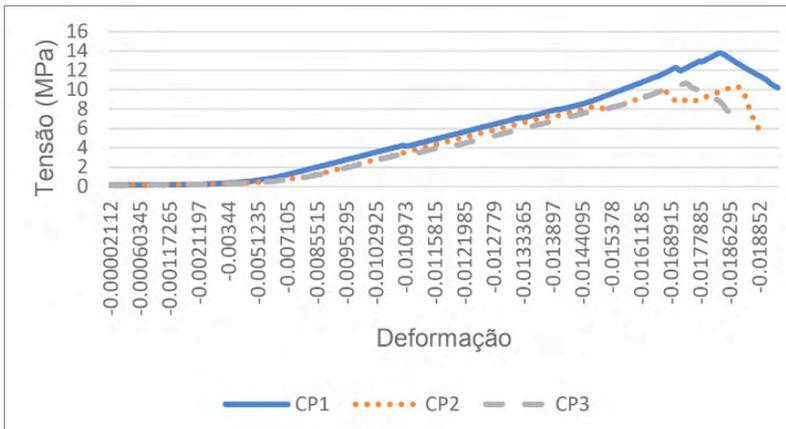


Figura 8 – Gráfico tensão x deformação normal para as amostras com 25% de EVA.

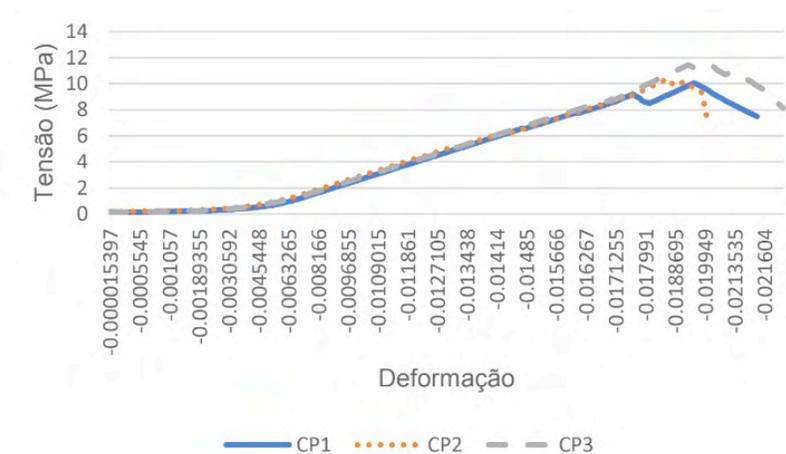


Figura 9 – Gráfico tensão x deformação normal para as amostras com 50% de EVA.

O resumo da tendência de queda das tensões está apresentado no gráfico da figura 10. Observa-se que as tensões médias caem de maneira drástica com a inclusão de EVA nas amostras. Ao aumentarmos o percentual de 25% pra 50% de EVA, podemos notar uma variação pequena da tensão média obtida.

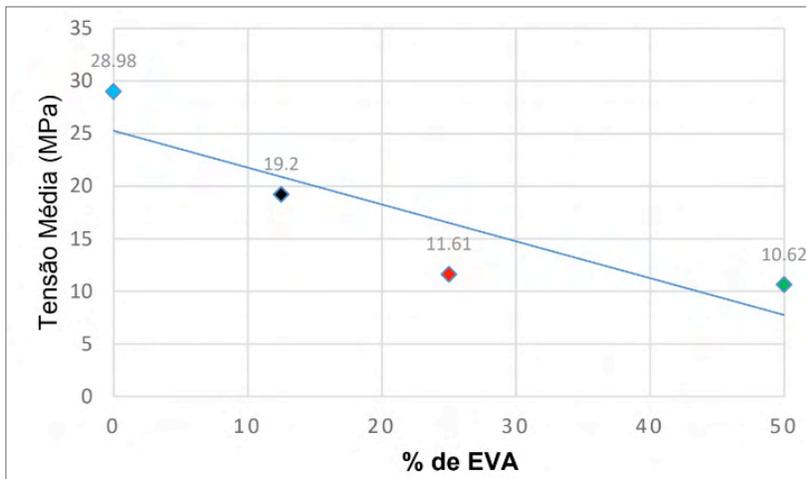


Figura 10 – Gráfico Tensão Média x % de EVA.

A Tabela 6 mostra a redução percentual da massa específica do concreto e da tensão média à medida que se aumenta o percentual de EVA com relação as amostras sem EVA (0%).

% de EVA	Tensão Média (MPa)	Massa Específica (Kg/m ³)	Redução na massa específica (%)	Redução da Tensão Média (%)
0,00	28,98	2405,17	0,00	0,00
12,50	19,20	2373,56	1,31	33,74
25,00	11,61	2348,70	2,35	59,94
50,00	10,62	2281,61	5,14	63,35

Tabela 3 - Redução percentual da Massa Específica para cada faixa de inserção.

A figura 11 apresenta um gráfico relacionando a tensão média com a massa específica das amostras que mostra a tendência de aumento, tanto da tensão média quanto da massa específica, à medida que se diminui o percentual de EVA da amostra.

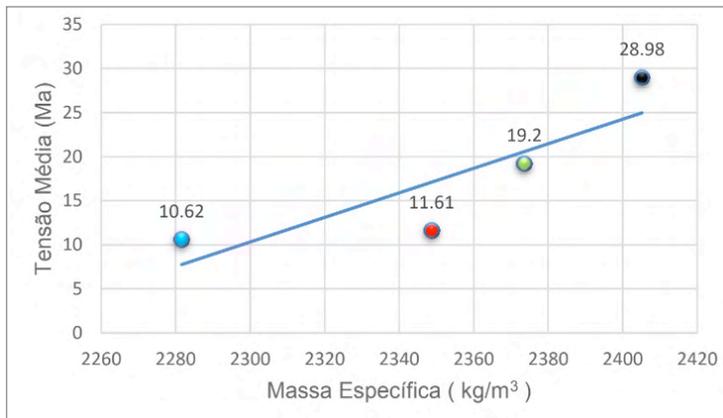


Figura 11 – Gráfico Tensão Média x Massa Específica para diferentes % de EVA

5 | CONCLUSÃO

No presente estudo se notou algumas dificuldades na produção das amostras de concreto devido às peculiaridades do EVA. Durante a compactação das amostras, o EVA tendia a segregar o produto final, desviando-se dos outros componentes para a superfície. Verificou-se também a necessidade de um trabalho exclusivo para analisar a influência da água no EVA, sua capacidade de absorção e inchamento. A estrutura do EVA não permitia uma ligação forte o suficiente entre as faces dos constituintes de forma tão eficaz quanto a brita tradicional, sendo facilmente desprendida do concreto já passado por processo de cura em água e cal durante dias. Portanto, deve-se procurar uma solução para esse problema.

A partir dos valores encontrados, verificou-se que os concretos com inclusão de EVA, menos denso que agregado natural, exibiram valores menores de massa específica, deixando claro que quanto maior o teor de EVA, menor a massa específica. Em relação aos valores de tensão à compressão encontrados, mesmo com a sua significativa redução com o aumento do percentual de EVA, se utilizado em baixo percentual, como por exemplo a de 12,50%, pode-se ter um resultado vantajoso, caso seja produzido em grande quantidade.

A partir dos gráficos apresentados, observou-se que o EVA, sendo menos rígido e menos resistente, colabora para diminuir a resistência global. Inclusive durante a execução, notou-se que em razão da alta absorção do material, houve uma maior absorção da pasta, reduzindo a quantidade de argamassa disponível para compor a matriz resistente.

Esses tipos de concreto podem ser utilizados em enchimentos de lajes, que venham a servir de suporte de pessoas e objetos, ou para regularização de lajes sem incrementar muita sobrecarga nas estruturas, ou até mesmo, envelopamento de tubulações. Além dos benefícios ambientais, o uso de EVA pode diminuir o custo dos produtos finais para a construção civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “NBR NM 45: Agregados - **Determinação da massa unitária e do volume de vazios.**” Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “NBR NM 52: Agregado miúdo - **Determinação da massa específica e massa específica aparente.**” Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. “ABNT 5739: Concreto – **Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.**” Rio de Janeiro, 2018.

ABESC – **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM.**
Disponível em <http://www.abesc.org.br/assets/files/concreto-em-destaque.pdf>

Barboza, M.R.; Bastos, P.S. **Traços de Concreto para Obras de Pequeno Porte.** Concreto e Construção, v. XXXVI, IBRACON, p. 32-36, 2008.

HELENE, P.R.L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto.** São Paulo. Ed. Pini, 1995, 349p.

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M., **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais.** São Paulo, PINI, 1994.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto Leve Estrutural,** Pini, 2009.

SANTIAGO, E.Q.R. **Utilização de agregados de EVA e RCD para a obtenção de concretos leves.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil e Ambiental) – Departamento de Tecnologia. Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agregado graúdo 106, 108

C

Calda de cimento 4, 64, 65, 66, 68, 69, 71, 73, 76, 77

Carbonatação 14, 15, 119, 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129, 131, 133, 134, 135, 138, 145

Ciclo hidrológico 153

Cimbra autolanzable 4, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90

Concreto 4, 14, 15, 17, 19, 34, 36, 44, 53, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 77, 78, 79, 92, 95, 96, 97, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 151

Concreto armado 4, 34, 36, 64, 68, 92, 97, 104, 105, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 135, 138, 139

Concreto leve 106, 107, 118

Concreto protendido 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 77, 78

Conforto acústico 46, 52, 62

Conforto térmico 46, 48, 55, 56, 63

Construcción de puentes 4, 79, 91

D

Durabilidade 13, 18, 22, 65, 69, 108, 119, 130, 142, 151

E

Edificação 12, 13, 14, 17, 33, 34, 35, 36, 44, 127

Eletroquímica 4, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 132, 134, 135, 137, 138, 139

Engenharia civil 2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 31, 32, 44, 45, 63, 78, 118, 139, 153, 165, 177

Esgoto tratado 153, 158, 159

EVA 4, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118

G

Grandes luces 79

I

Injeções 32, 33, 35, 36, 38, 39, 44, 45

Intempéries 12, 17, 110

Itaituba 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10

M

Madeira 3, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 35
Manifestações patológicas 12, 13, 14, 18, 32, 33, 35, 44
Materiais cimentícios suplementares 140
Materiais pozolânicos 140, 150
Método de alvenaria convencional 46, 49, 58
Método de bielas 4, 92, 93, 104
Metodologia PBL 3, 1, 3, 4
MLC 3, 20, 21, 22, 30, 31

N

Normatização 64, 65, 69

P

Pandemia 3, 1, 2, 6, 8, 9, 168, 169, 172
Patologia 15, 19, 32
Permeabilidade 3, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 137, 155, 157
Pinus 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 31
Poluição 47, 142, 153, 165, 168, 175
Propriedades mecânicas 106, 107
Protótipos 32, 35, 36, 39, 43, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63

R

Recalibração 4, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139
Região de descontinuidades 92
Resíduos Agroindustriais 4, 140, 142, 143
Resina epóxi 3, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 43, 44, 45
Revestimento 3, 16, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 44, 45

S

Som cavo 3, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 43, 44, 45
Sustentabilidade 5, 106, 152, 154, 166, 168, 170, 171, 174, 175, 177

T

Tirantes 4, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105
Topologia 92, 99, 100, 101, 102, 103, 104

V

Vigas de equilibrio 4, 92, 93, 97

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CIVIL ENGINEERING


Ano 2022

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Collection:

APPLIED CIVIL ENGINEERING


Ano 2022