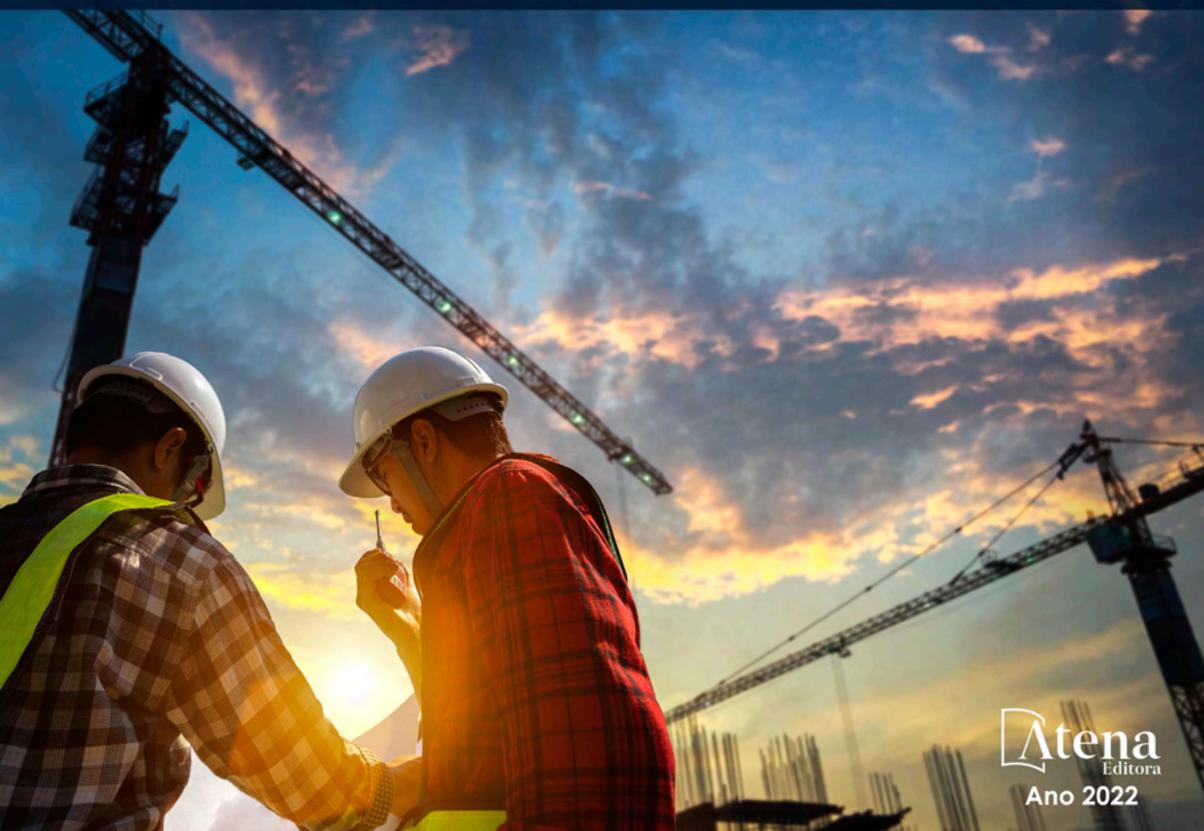


Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



Atena
Editora
Ano 2022

Armando Dias Duarte
(Organizador)

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



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

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

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-NãoDerivativos 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



Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Armando Dias Duarte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia civil: demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais / 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 978-65-258-0358-6

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.586222706>

1. Engenharia civil. I. Duarte, Armando Dias (Organizador). 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



Atena
Editora
Ano 2022

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 “*Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais*” 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. Nos capítulos apresentados, são encontrados estudos de grande valia nas áreas de: materiais da construção civil, geração de energia por meio de gás natural, análise de estruturas por meio de métodos numéricos e a análise da gestão de resíduos eletroeletrônicos em uma Instituição de Ensino Superior (IES). A composição dos temas buscou a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos (as), mestres (as) e todos (as) aqueles (as) 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 divulguem seus resultados.

Armando Dias Duarte

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DO USO DE ADITIVO ACELERADOR DO TEMPO DE PEGA NO DESEMPENHO DO CONCRETO SOB ALTAS TEMPERATURAS	
Dayane Marzurkiewicz Maria Vânia Nogueira do Nascimento Peres	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227061	
CAPÍTULO 2	13
RECURSOS MINERAIS E A BUSCA DE UMA ECONOMIA DE BAIXO CARBONO: GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS NATURAL	
Rafaela Baldi Fernandes Eduarda Carvalho de Almeida	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227062	
CAPÍTULO 3	22
A SIMPLIFIED ANALYTICAL-NUMERICAL STRUCTURAL ANALYSIS OF THE DOME OF THE ROMAN PANTHEON	
Fillipe Marinho Faria Davidson de Oliveira França Júnior Lineu José Pedroso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227063	
CAPÍTULO 4	34
INFLUENCE OF GEOMETRICAL DIMENSIONS OF RESERVOIR ON THE FLUID-STRUCTURE COUPLED DOMINANT MODES IN CONCRETE GRAVITY DAMS	
Davidson de Oliveira França Júnior Selênio Feio da Silva Lineu José Pedroso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227064	
CAPÍTULO 5	47
GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR LOCALIZADA NO BELO JARDIM – PE	
Paulo Sérgio da Silva Pinheiro Abdeladhim Tahimi Deysianne Cristina Santos da Silva Armando Dias Duarte	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5862227065	
SOBRE O ORGANIZADOR	62
ÍNDICE REMISSIVO	63

INFLUÊNCIA DO USO DE ADITIVO ACELERADOR DO TEMPO DE PEGA NO DESEMPENHO DO CONCRETO SOB ALTAS TEMPERATURAS

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 08/04/2022

Dayane Marzurkiewicz

Centro Universitário Assis Gurgacz
Santa Helena – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9913586303967816>

Maria Vânia Nogueira do Nascimento Peres

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
e Centro Universitário Assis Gurgacz,
Departamento de Engenharia Civil
Cascavel – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/0061273572135567>

RESUMO: Com a elevada competitividade no setor, a construção civil exige otimização de prazos e melhoramento do desempenho dos materiais utilizados, a fim de torná-los mais resistentes e duráveis. O Concreto é um dos insumos mais utilizados do setor, porém apresenta grande perda de resistência quando atingido pelo fogo. Neste contexto, o trabalho aborda a utilização de aditivo acelerador do tempo de pega no concreto e a influência de expor essa mistura a altas temperaturas, objetivando analisar o ganho de resistência inicial da mistura com o aditivo e analisar a diferença da perda de resistência das misturas conforme a idade. Este trabalho traz, através de uma pesquisa exploratória, os resultados de testes de compressão simples do concreto com aditivo elevado a 400°C e os corpos de prova de referência. A comparação da perda de resistência em função da alta

temperatura, do grupo com aditivo e o grupo de referência se mostrou mais significativa nas idades finais da cura do concreto, onde os corpos de prova com aditivo perderam somente 8,74% da resistência enquanto os corpos de prova de referência perderam 27,59%, ou seja, cerca de 3 vezes mais. Comprovou-se assim que o uso do aditivo aumenta as resistências iniciais e finais do concreto e reduz a perda de resistência devido as altas temperaturas em função do tempo de cura. Como resultado, em todo o processo, o grupo com o aditivo se mostrou com resistências superiores aos demais.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto. Altas temperaturas. Aditivos. Resistências.

INFLUENCE OF THE USE OF CURING TIME ACCELERATOR ADDITIVE ON CONCRETE PERFORMANCE UNDER HIGH TEMPERATURES

ABSTRACT: With the high competitiveness in the sector, civil construction requires time optimization and improvement of the performance of the materials used, in order to make them more resistant and durable. Concrete is one of the most used inputs of sector, but it presents a great loss of resistance when hit by fire. In this context, the work addresses the use of an accelerating additive for setting time in concrete and the influence of exhibition this mixture to high temperatures, aiming to analyze the initial sStrength gain of the mixture with the additive and to analyze the difference in the loss of strength of the mixtures according to age. This work brings, through an exploratory research, the results of simple compression tests of concrete with high

additive at 400°C and the reference specimens. The comparison of strength loss as a function of high temperature between the group with additive and the reference group was more significant at the final ages of concrete curing, where the specimens with the additive lost only 8.74% of strength while the reference specimens lost 27.59%, that is, about three times more. It was proven that the use of the additive increases the initial and final strengths of concrete and reduces the loss of strength due to high temperatures as a function of curing time. As a result, along the process, the group with the additive showed superior resistance to others.

KEYWORDS: Concrete. High temperatures. Additions. Resistances.

1 | INTRODUÇÃO

O uso de aditivos na mistura do concreto é tão antigo quanto o próprio cimento. Segundo Coutinho (1997), os romanos adicionavam clara de ovo, sangue, banha ou leite aos concretos para melhorar a trabalhabilidade das misturas. O entendimento de que as propriedades do concreto podem ser modificadas pela adição de certos materiais à mistura, é responsável pelo enorme crescimento da indústria de aditivos nos últimos 40 anos (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

Neste sentido, como destaca Costa *et al.* (2018), a utilização de aditivos aceleradores de resistência na produção de concretos contribui com o melhoramento do desempenho nas primeiras idades e posterior otimização nos tempos ou processos construtivos.

Outro fator que passou a ganhar visibilidade ao longo dos anos é a resistência e durabilidade do concreto após passar por adversidades, como em um incêndio. De acordo com Metha e Monteiro (1994), só recentemente se iniciou uma conscientização quanto à necessidade de construir obras duráveis. Quando submetidos a altas temperaturas, as características físicas e químicas do concreto podem sofrer alterações, podendo, por sua vez, comprometê-las.

Ao utilizar-se de aditivos para acelerar o processo de cura do concreto e elevar esta mistura a altas temperaturas, tem-se características ainda pouco conhecidas, trazendo à tona uma problemática: como se comporta a mistura de concreto com aditivo acelerador de tempo de pega quando submetido a altas temperaturas?

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a resistência do concreto com a adição de acelerador de tempo de pega após ser elevado à altas temperaturas, verificando também se as qualidades mecânicas não foram abaladas pelo uso do aditivo, através da comparação com os corpos de prova de referência.

Como objetivos específicos, o estudo trouxe as seguintes análises:

- a) Comparar as resistências das misturas de concreto com acelerador do tempo de pega e sem o aditivo em função das altas temperaturas;
- b) Analisar o ganho de resistência inicial da mistura com o aditivo;
- c) Analisar a diferença da perda de resistência das misturas, conforme a idade;

Para tal, foi realizada uma pesquisa do tipo experimental comparativa, com a criação

de corpos de prova de concreto e corpos de prova de concreto com aditivo acelerador de tempo de pega “VEDACIT RAPIDÍSSIMO 150”, os quais foram levados ao forno a altas temperaturas, simulando possíveis incêndios, e então submetidos a ensaios de resistência à compressão. Os ensaios foram regidos pela NBR 5738 (ABNT, 2015) e pela NBR 5739 (ABNT, 2018), respectivamente.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Concreto

O concreto é um material constituído por uma mistura de aglomerante com um ou mais materiais inertes e água. Petrucci (1998) destaca que quando recém misturados, devem oferecer condições de plasticidade, a fim de facilitar as operações ao lançamento na fôrma. Os materiais que geralmente compõem o concreto são: cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água.

2.2 Cimento Portland

Segundo Petrucci (1998), o cimento Portland resulta da moagem de um produto denominado clínquer, obtido pelo cozimento até fusão incipiente de mistura de calcário e argila convenientemente dosada e homogeneizada, de tal forma que toda cal se combine com os compostos argilosos, sem que, depois do cozimento, resulte cal livre em quantidade prejudicial. Após a queima, é feita pequena adição de sulfato de cálcio, de modo que o teor deste material não seja superior a 3%, a fim de regularizar o tempo de início das reações do aglomerante com a água.

2.3 Agregados

De acordo com Petrucci (1998), entende-se por agregado, o material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para o uso em obras de engenharia.

Os agregados para concreto são areia, pedregulho e pedra britada, procedentes de jazidas naturais, por isso, designados como agregados naturais. São derivados de rochas de vários tipos, sendo a maioria composta por minerais. Define-se mineral como toda substância inorgânica de ocorrência natural, com composição química mais ou menos definida e usualmente com estrutura cristalina específica (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

2.4 Aditivos

Segundo Petrucci (1998), entende-se por aditivos as substâncias que são adicionadas intencionalmente ao concreto, com a finalidade de reforçar ou melhorar certas características, inclusive facilitando seu preparo.

De acordo com Metha e Monteiro (1994), as finalidades para as quais eles geralmente

são empregados no concreto incluem melhora da trabalhabilidade, aceleração ou aumento do tempo de pega, controle do desenvolvimento de resistência, melhora da resistência à ação do gelo e à fissuração térmica.

De acordo com informações extraídas do site fabricante Vedacit¹ (2019), o aditivo VEDACIT RAPIDÍSSIMO é um aditivo composto por sulfatos que aceleram a pega e o endurecimento do concreto, proporcionando altas resistências iniciais e finais, além de possibilitar grande aderência das camadas de concreto projetadas nas superfícies e baixos índices de reflexão.

2.5 Tempo de pega e tempo de cura

Um cimento misturado com certa quantidade de água, de modo a obter uma massa plástica, começa a perder a plasticidade depois de um certo tempo. Esse período que decorre desde a adição de água até o início das reações com os compostos de cimento é chamado tempo de início de pega. Convencionou-se denominar de fim de pega a situação em que a pasta cessa de ser deformável e torna-se um bloco rígido (PETRUCCI, 1998).

Petrucci (1998) comenta que a determinação dos tempos de início e fim de pega é muito importante, pois através deles se tem a ideia do tempo disponível para trabalhar, transportar, lançar e adensar argamassas e concretos, bem como transitar sobre eles ou regá-los para a execução da cura. O autor ressalta ainda que a duração da pega varia na razão inversa do grau de moagem.

Os dois objetivos da cura são impedir a perda precoce de umidade e controlar a temperatura do concreto durante um período suficiente para que este alcance o nível de resistência desejado (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

Segundo Mehta e Monteiro (1994), a proteção do concreto deve ser feita nos sete primeiros dias contados do lançamento, sendo desejável nos catorze dias seguintes.

2.6 Resistência do concreto

Segundo Mehta e Monteiro (1994), a resistência de um material é definida como a capacidade que este tem de resistir à tensão sem ruptura, que se dá a partir do processo de hidratação do cimento.

No projeto das estruturas de concreto, como citam Mehta e Monteiro (1994), considera-se o concreto o material mais adequado para resistir à carga de compressão. As resistências à tração e à flexão poderão ser calculadas na ordem de 10 e 15%, respectivamente, da resistência à compressão.

A resistência mecânica é verificada diretamente através de ensaios de corpos de prova cilíndricos, os quais contêm de altura o dobro do diâmetro. Estes corpos de prova podem ser ensaiados axialmente para a determinação da resistência à compressão (PEDRUCCI, 1998).

¹ Google Inc. Disponível em: <http://www.vedacit.com.br/produtos/vedacit-rapidissimo-150>. Acesso em 15 de maio de dois mil e dezenove.

2.7 Durabilidade

De acordo com o comitê 201 do ACI (1991), a durabilidade do concreto de cimento Portland é definida como a sua capacidade de resistir à ação das intempéries, ataques químicos, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração, isto é, o concreto durável conservará a sua forma original, qualidade ou capacidade de utilização quando exposto ao seu meio ambiente.

Em geral, as causas físicas e químicas da deterioração estão entrelaçadas. Deve ser enfatizado, no entanto, que a distinção entre as causas é puramente arbitrária, na prática, as duas frequentemente se sobrepõem (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

2.8 Ação do fogo

Segundo Petrucci (1998), o comportamento do concreto, sob altas temperaturas, é variável, havendo uma importante diminuição de resistência a temperaturas acima de 300°C. A temperatura de 600°C gera uma redução de 50% da resistência mecânica.

O efeito do aumento de temperatura na pasta de cimento hidratada depende do grau de hidratação e da umidade. Os vários tipos de água presentes no concreto (água livre, água nos poros capilares e água adsorvida) são perdidas ao elevar-se a temperatura do concreto, porém esta temperatura não se elevará até que toda a água evaporável tenha sido removida. Contudo, esta situação pode causar danos ao concreto sob a forma de lascamento superficial (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que se atingissem os objetivos previamente estabelecidos, foi necessário utilizar métodos investigativos, que possuem a finalidade de gerar os dados necessários à elaboração da pesquisa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), pode-se definir metodologia como a aplicação de técnicas que devem ser observadas para a elaboração de uma pesquisa.

3.1 Classificação do estudo e local da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória. Segundo Prodanov e Freitas (2013), neste tipo de pesquisa, as variáveis relacionadas com o objeto de estudo são manipuladas diretamente a fim de serem observados os efeitos que a variável produz no objeto.

A elaboração da pesquisa deu-se nos laboratórios do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, situada no município de Cascavel – Paraná. Os equipamentos que foram utilizados, como prensa para ensaios de compressão, moldes para a confecção dos corpos de prova e forno para o aquecimento, foram disponibilizados juntamente com o laboratório.

3.2 Caracterização da amostra

Neste item foi caracterizada a amostra, desde a escolha dos materiais utilizados até o processo de produção da mistura, a qual foi estudada, a fim de formular de forma didática e evitar erros nos passos a serem seguidos durante a elaboração da pesquisa.

3.2.1 Materiais utilizados

O aglomerante empregado foi o cimento Portland CP II-E-32, atendendo às exigências da NBR 11578 – Cimento Portland Composto (ABNT, 1991).

O agregado miúdo utilizado foi a areia natural, classificada como areia média. Já o agregado graúdo foi de origem basáltica, com dimensão característica de 19 mm e classificado como brita 01. A composição granulométrica dos agregados foi determinada com base na NBR NM 248 – Agregados: determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003). Por fim, a água utilizada para a produção do concreto foi a fornecida pela rede de abastecimento da cidade de Cascavel, Paraná.

O aditivo utilizado foi o acelerador de tempo de pega “VEDACIT RAPIDÍSSIMO 150”, seguindo as recomendações disponibilizadas pelo fabricante, o qual proporciona altas resistências iniciais e finais.

3.2.2 Produção de concreto

O traço unitário empregado na pesquisa foi 1:2 :2,5 (cimento, areia e brita) e relação água / aglomerante de 0,55 para se obter uma resistência de 30 MPa, aos vinte e oito dias.

A mistura de concreto foi realizada com o auxílio de uma betoneira de eixo inclinado, a qual seguiu a ordem de colocação: 100 % do agregado graúdo, 50 % da água de amassamento, 100 % de cimento, 100 % do agregado miúdo e 50 % da água de amassamento.

Após a colocação de todo material, o concreto foi misturado por aproximadamente cinco minutos. Ao finalizar o processo de mistura, foi realizado o controle da consistência do concreto, conforme determina a NBR NM 67 - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (ABNT, 1998).

A moldagem dos corpos de prova foi realizada após o processo de mistura, seguindo as recomendações da NBR 5738 - Concreto: Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova (ABNT, 2008).

Para a realização do ensaio de compressão simples foram moldados 36 (trinta e seis) corpos de provas cilíndricos, com dimensões de 100 milímetros de diâmetro e 200 milímetros de altura. A compactação foi mecânica, com a utilização de uma haste metálica.

Após a realização da concretagem e adensamento, os corpos de prova foram mantidos em ambiente de laboratório por vinte e quatro horas. Após esse período, foram desmoldados e submetidos à cura em uma câmara úmida com umidade e temperatura

controlada ($UR \geq 95\%$ e temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$), onde ficaram armazenados até os vinte e oito dias, idade da realização do ensaio de compressão axial.

Os corpos de prova foram divididos em dois grupos. A composição principal da mistura foi a mesma, assim como foram elaboradas e testadas sob iguais condições. Contudo, um dos grupos teve o aditivo acelerador do tempo de pega “VEDACIT RAPIDÍSSIMO 150” em sua composição, na dosagem disponibilizada pelo fabricante. Foi adotada a adição de 10% de aditivo para o volume de concreto.

3.3 Método de ensaio

Para a realização do ensaio de compressão axial foram moldadas 36 amostras, sendo 18 corpos de prova com a adição de produto acelerador do tempo de pega e as demais formadas apenas pela mistura de concreto (cimento, areia, brita e água). Destes, foram separadas 9 amostras para cada subgrupo. O primeiro grupo foi utilizado para referência, com cura em local com umidade e temperatura controladas (sem grande variação) e a resistência final de controle foi utilizada para comparação com as resistências dos corpos de prova que foram aquecidos.

Os corpos de prova, confeccionados para este estudo, foram submetidos ao aquecimento nos fornos com a temperatura previamente configurada de 400°C . Quando a temperatura desejada foi atingida, as amostras foram colocadas no mesmo que permaneceu ligado com temperatura constante por um período de 60 minutos, objetivando homogeneizar a temperatura na superfície das peças e minimizar a influência da forma de aquecimento. Após o período de 60 minutos, o forno foi desligado e aberto até que os corpos de prova resfriassem à temperatura ambiente. Após vinte e quatro horas de resfriamento foram retirados e ensaiados à compressão simples.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados conforme prescrições da NBR 5739 – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2007), empregando a prensa computadorizada da marca CONTENCO, modelo I-3058, com capacidade de 100 toneladas.

De acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2007), antes de iniciar o ensaio, as faces dos pratos e dos corpos de provas foram limpos e secos. Os corpos de prova foram cuidadosamente centralizados no prato inferior. O carregamento do ensaio foi aplicado continuamente e sem choques. O ensaio foi finalizado quando houve a ruptura da peça, sendo que a velocidade foi mantida constante em todo o ensaio. A velocidade utilizada nos ensaios foi de aproximadamente $0,5 \text{ MPa/s}$ e apenas a carga de ruptura foi utilizada. A resistência final foi a média aritmética das amostras ensaiadas.

3.4 Análise de dados

Os dados obtidos em laboratório foram comparados segundo a divisão de dois grupos principais: não aquecidos e aquecidos. Ambos foram submetidos a cura em ambiente

com temperatura e umidade controladas até a idade de realização dos ensaios, sendo o segundo grupo submetido à uma temperatura de 400°C, através de aquecimento em forno.

Os subgrupos seguintes levaram em consideração o uso ou não de aditivo. Para o primeiro utilizou-se apenas a mistura de concreto (cimento, areia, brita e água). Contudo no segundo, adicionou-se o VEDACIT RAPIDÍSSIMO, na proporção de 10% como indicado no manual do produto. Neste trabalho foi analisado a capacidade do aditivo de reduzir o tempo de pega e proporcionar maior resistência do concreto em idades iniciais.

Os ensaios aconteceram após 7, 14 e 28 dias após a confecção dos corpos de prova. Em cada idade foram testados à compressão simples 12 amostras, das quais: 3 amostras de mistura simples de concreto não aquecidas, 3 amostras de mistura simples de concreto aquecidas, 3 amostras de mistura de concreto com aditivo não aquecidas e por fim, 3 amostras de mistura de concreto com aditivo aquecidas.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O concreto resiste consideravelmente bem a altas temperaturas, muitas vezes é utilizado para proteger outras estruturas do fogo. Depois de aquecidos, os principais problemas previstos são o descolamento e fissuras. Contudo, apesar da perda de água dos corpos de prova, neste estudo o concreto não apresentou essas características citadas na teoria, pois a temperatura necessária para isto é ainda maior que a utilizada em projeto.

Para melhor entendimento dos resultados, os mesmos foram separados em duas tabelas, conforme divisão dos grupos citados no capítulo 3. A tabela 01 apresenta os resultados dos testes de compressão simples dos corpos de prova referência, os quais não foram aquecidos. Já na tabela 02, é possível observar os resultados dos testes de compressão simples para os corpos de prova que foram ao forno à temperatura de 400°C.

CP	RESISTÊNCIA (MPa) 7 dias	RESISTÊNCIA (MPa) 14 dias	RESISTÊNCIA (MPa) 28 dias	
S/ aditivo	1	16,1	17,1	24,7
	2	15,4	22	25,1
	3	18,2	19,3	24,4
	Média	16,57	19,47	24,73
C/ aditivo	1	18,2	24,9	26,9
	2	21,5	24,9	26,8
	3	20,7	22,1	27,6
	Média	20,13	23,97	27,10

Tabela 01: Resultados de testes de compressão simples para os corpos de prova não aquecidos.

Fonte: Autor, 2019.

CP	RESISTÊNCIA (MPa) 7 dias 400C	RESISTÊNCIA (MPa) 14 dias 400C	RESISTÊNCIA (MPa) 28 dias 400C	
S/ aditivo	1	14,1	15	19,9
	2	15,4	15,7	15,9
	3	14,3	17,4	19
	Média	14,60	16,03	18,27
C/ aditivo	1	18,4	22,2	24,5
	2	16,5	18	25,4
	3	17,5	21,8	25,8
	Média	17,47	20,67	25,23

Tabela 02: Resultados dos testes de compressão simples para corpos de prova aquecidos.

Fonte: Autor, 2019.

Nota-se, comparando as tabelas, uma diferença significativa na resistência do concreto. Em relação ao uso do aditivo, o concreto obteve resultados 8,74% superiores ao concreto de referência nas idades finas. Assim como se encontrou uma notável perda de resistência em relação ao aumento de temperatura. Segundo Petrucci (1998), o comportamento do concreto, sob altas temperaturas é variável, havendo uma importante diminuição de resistência a temperaturas acima de 300°C. Neste estudo, vemos que quando o concreto foi elevado a 400°C a resistência teve uma queda de 6,90% para os corpos de prova com aditivo e 26,12% para os sem.

Há também ganhos expressivos de resistência com o aumento da idade do concreto em todos os casos, como pode-se verificar no gráfico 01. Neste, é analisado a relação dos resultados dos testes de compressão simples pela divisão dos grupos e subgrupos. Obteve-se uma notável diferença com o uso do aditivo.

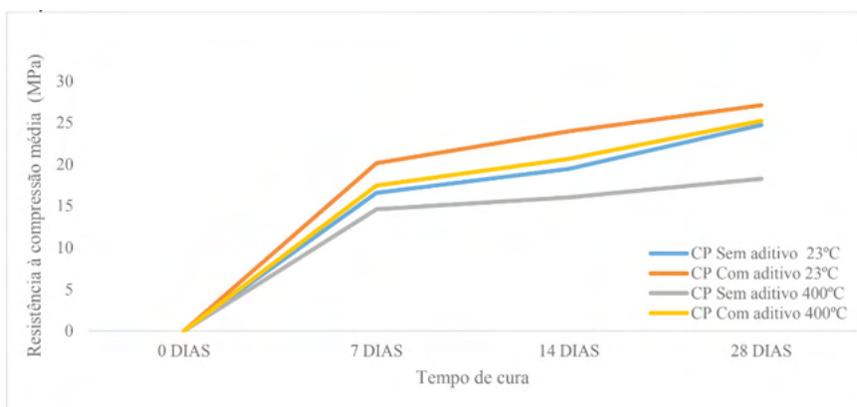


Figura 01: Comparação dos resultados dos ensaios de compressão simples em função do tempo.

Fonte: Autor, 2019.

De modo geral, os corpos de prova com aditivo (aquecidos ou não), ficaram acima dos demais, mesmo os que não foram levados ao forno. Com 7 dias de cura o concreto com Vedacit não aquecido, atingiu 20,13 MPa, ficando 17,68% acima do concreto sem o aditivo. Conforme a idade foi progredindo, a diferença das resistências dos corpos de prova não aquecidos foi afunilando.

Em contrapartida, quando analisamos os corpos de prova aquecidos, conforme a idade avança as curvas vão se distanciando e a maior diferença alcança os 8,33 Mpa, girando em torno de 32,58%, na comparação entre o concreto com aditivo não aquecido e o concreto sem aditivo aquecido.

Ainda para a análise do gráfico 1, é importante frisar que o concreto com Vedacit aquecido perdeu 6,90% de sua resistência se aproximando dos resultados do concreto não aquecido sem o aditivo. Entende-se assim que o concreto com aditivo quando perde sua resistência através do aquecimento proporciona resultados aproximados a máxima do concreto sem aditivo (quando não é aquecido), contudo nesta análise o concreto com o complemento ainda se mostra superior, em torno de 1,98%.

Outro fator importante é a comparação da perda de resistência, como apresentado no gráfico 02, em que se compara em porcentagem a perda de resistência dos corpos de prova com aditivo e referência em função da idade do concreto.

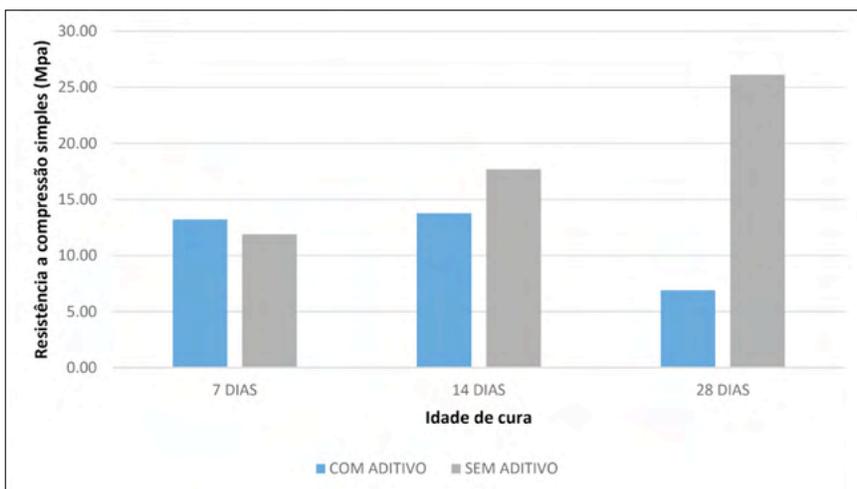


Figura 02: Comparação em porcentagem da perda de resistência.

Fonte: Autor, 2019.

Conforme resultados do gráfico 02, os corpos de prova com aditivo, que foram aquecidos aos 7 dias, apresentaram uma perda de resistência de 13,21% em relação aos que não foram aquecidos. Já os corpos de prova de referência apresentaram apenas 11,89% de perda de resistência quando elevados a altas temperaturas.

Quando analisados aos 14 dias de cura, o concreto com aditivo que foi levado ao forno apresenta uma queda na resistência comparável aos 7 dias, neste caso de 13,77%. Já os corpos de prova de referência tenderam a aumentar esta perda para 17,67%.

No que se refere à cura completa (28 dias), a perda de resistência foi a menor relatada para os corpos de prova com aditivo, somente 6,90% foi perdida com o aquecimento. Contudo para o concreto de referência notou-se a maior diferença: 26,12% de perda.

O aditivo, utilizado na proporção de 10% do peso da pasta de concreto, proporcionou ótimas resistências iniciais. Na primeira semana, para os corpos de prova não aquecidos, verificou-se um aumento na resistência de 3,56 MPa com o uso de VEDACIT (cerca de 17%). Já para os corpos aquecidos constatou-se um aumento de 2,87 MPa (16,42%), na primeira semana.

E mesmo com a cura completa o grupo com o VEDACIT, teve resistência superior ao outro grupo, atingindo em seu ápice 27,10 MPa, quando não aquecido e 25,23 MPa quando aquecido. Comparando com 24,73 MPa (não aquecido) do outro grupo e 18,27 MPa (aquecido).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa avaliou a influência de um aditivo acelerador do tempo de pega e também a influência de altas temperaturas sobre essa mistura. Utilizou-se o aditivo VEDACIT RAPIDÍSSIMO na proporção de 10% da mistura. Os resultados encontrados foram:

- a) Os corpos de prova com aditivo (aquecidos ou não), ficaram acima dos demais, mesmo os que não foram levados ao forno. Sendo importante frisar que o concreto com VEDACIT aquecido quando perdeu resistência se aproximou dos resultados do concreto não aquecido sem o aditivo.
- b) Com 7 dias de cura o concreto com VEDACIT não aquecido, atingiu 20,13 MPa, ficando 17,68% acima do concreto sem o aditivo. Conforme a idade foi progredindo, a diferença das resistências dos corpos de prova foi afunilando.
- c) O concreto com aditivo se mostrou com resistência maior durante todo o período, e mesmo com a cura completa teve acréscimo de 8,74% no concreto de referência e 27,59% no concreto aquecido.
- d) A comparação da perda de resistência com ou sem o aditivo se mostrou mais significativa nas idades finais da cura do concreto. Sendo que o uso do aditivo garantiu uma redução considerável nesta perda aos 28 dias de idade, principalmente comparado com os resultados do concreto sem o uso do aditivo.

REFERÊNCIAS

ACI. **Manual of concrete practice**. Detrid, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. 2015.

_____. **NBR 5738: Concreto– Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. 2015.

_____. **NBR 5738: Concreto– Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. 2008.

_____. **NBR 5739: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. 2007.

_____. **NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. 2003.

_____. **NBR NM 67: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. 1998.

_____. **NBR 11578: Cimento Portland Composto**. 1991.

COSTA, Felipe Lima; SANTOS, Iago Lopes dos; SILVESTRO, Laura. **Influência do uso de aditivo acelerador de resistência baseado em nitrato de cálcio no desempenho de argamassas de cimento Portland com adição de cinza volante**. Revista matéria, 2018.

COUTINHO, Arlindo de Sousa. **Fabrico e Propriedades do Betão**. Vol. I. ed. LNEC. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1997.

MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, José Melaragno. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: Pini, 1994.

PETRUCCI, Eladio. **Concreto de cimento Portland**. São Paulo, 1998.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico**. 2. Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

XIAO, Jianzhuang; KÖNIGB, Gert. **Study on Concrete at High Temperature in China: an overview**. 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aditivos 1, 2, 3

Altas temperaturas 1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11

B

Barragens 34, 35

Bending theory 22, 25, 27

C

Carbono 13, 14, 15

Combustível fóssil 15

Concreto 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

D

Dimensões do reservatório 35

Domes 22, 25, 28, 31, 32, 33

E

Economia 13, 14, 53

Equipamentos 5, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61

F

Finite element method 22, 25, 34, 36, 40

G

Gás natural 13, 15, 16, 17, 19, 21

Gestão de resíduos 47, 48, 50, 53, 60, 62

I

Informática 47, 49, 53, 54, 60

Interação fluido-estrutura 34, 35, 45

L

Logística sustentável 47, 59

M

Membrane theory 22, 25, 26, 27, 33

Metano 15

Método dos elementos finitos 23, 33, 35

P

Pressão 14, 15, 50

R

Resistências 1, 2, 4, 6, 7, 10, 11

Roman pantheon 22, 24, 25, 32

T

Temperatura 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 17, 50

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



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


Ano 2022

ENGENHARIA CIVIL:

Demandas sustentáveis e
tecnológicas e aspectos ambientais



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


Ano 2022