

As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI

**Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)**

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
(Organizadores)

As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de
Oliveira Diagramação: Lorena Prestes
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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	As ciências exatas e da terra no século XXI [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-351-4 DOI 10.22533/at.ed.514192405 1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 18 capítulos, conhecimentos tecnológicos aplicados às Ciências Exatas.

Este volume dedicado à Ciência Exatas traz uma variedade de artigos alinhados com a produção de conhecimento na área de Matemática, ao tratar de temas como aritmética multidimensional RDM, a teoria da complexidade no estudo de atividade cerebral e o ensino da matemática e sua contribuição no desenvolvimento da consciência ambiental de estudantes. Na área da Mecânica traz trabalhos relacionados com uso do sensor de vibração piezo e a placa BlackBoard V1.0, como ferramenta para avaliar a conservação de casas e prédios qualificados como históricos ou com valor cultural à sociedade. Estudos de adição de nanotubos de carbono no concreto convencional também são abordados. Na área de Agronomia são abordados temas inovadores como a identificação de doenças com técnicas de visão computacional, emprego da técnica de espectroscopia e a calibração por regressão linear múltipla na determinação de misturas com óleos vegetais de oliva, entre outros temas.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora. Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, Mecânica e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE NUMÉRICA DOS DIFERENTES PROCESSOS DA MULTIPLICAÇÃO INTERVALAR	
Alice Fonseca Finger	
Aline Brum Loreto	
Dirceu Antonio Maraschin Junior	
Lucas Mendes Tortelli	
DOI 10.22533/at.ed.5141924051	
CAPÍTULO 2	10
APLICAÇÃO DA TEORIA DA COMPLEXIDADE AO ESTUDO DE ATIVIDADE CEREBRAL REGISTRADA EM DADOS DE EEG (ELETROENCEFALOGRAMA)	
Sanielen Colombo	
Eduardo Augusto Campos Curvo	
DOI 10.22533/at.ed.5141924052	
CAPÍTULO 3	24
APRIMORAMENTO DO BANCO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS PARA AUXÍLIO NA BIOPROSPECÇÃO DIRECIONADOS A ESTUDOS QUIMIOTAXONÔMICOS E DE TRIAGEM VIRTUAL DE ESTRUTURAS COM POTENCIAL ATIVIDADE ANTIPROTOZOÁRIA	
Bianca Guerra Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.5141924053	
CAPÍTULO 4	29
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS POR PESTICIDAS UTILIZADOS NO CULTIVO DA SOJA EM TRÊS MUNICÍPIOS DA REGIÃO OESTE DO PARÁ	
Joseph Simões Ribeiro	
Alessandra de Sousa Silva	
Ronison Santos da Cruz	
Bianca Larissa de Mesquita Sousa	
Ruy Bessa Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.5141924054	
CAPÍTULO 5	36
DANOS OCASIONADOS EM RESIDÊNCIAS HISTÓRICAS POR VIBRAÇÕES	
Jussiléa Gurjão de Figueiredo	
Louise Aimeé Reis Guimarães	
Ylan Dahan Benoliel Silva	
DOI 10.22533/at.ed.5141924055	
CAPÍTULO 6	44
DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL (PANC) ORA-PRO-NÓBIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE UMA RAÇÃO ENRIQUECIDA COM <i>Tenebrio molitor</i> PARA GALINÁCEOS	
Gabriel José de Almeida	
Jorge Luís Costa	
Maira Akemi Casagrande Yamato	
Mariana Souza Santos	
Vitoria Rodilha Leão	
DOI 10.22533/at.ed.5141924056	

CAPÍTULO 7	57
DUAS PARTÍCULAS NUM BILHAR QUÂNTICO	
Pedro Chebensi Júnior	
Hércules Alves de Oliveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.5141924057	
CAPÍTULO 8	64
ELABORAÇÃO DE ATLAS AMBIENTAL DIGITAL PARA A MICRORREGIÃO DE FOZ DO IGUAÇU/PR	
Vinícius Fernandes de Oliveira	
Samuel Fernando Adami	
Giovana Secretti Vendruscolo	
DOI 10.22533/at.ed.5141924058	
CAPÍTULO 9	72
ESTUDO DO AQUECIMENTO DE UM <i>RASPBERRY PI 3</i> EM MANIPULAÇÃO DE IMAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA TÉRMICO	
Daniel Rodrigues Ferraz Izario	
Yuzo Iano	
Bruno Rodrigues Ferraz Izario	
Carlos Nazareth Motta Marins	
DOI 10.22533/at.ed.5141924059	
CAPÍTULO 10	83
ESTUDO LABORATORIAL DE PROPRIEDADES MECÂNICAS E DE FLUIDEZ A PARTIR DA ADIÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO NO CONCRETO CONVENCIONAL	
Késsio Raylen Jerônimo Monteiro	
Pedro Bonfim Segobia	
Peter Ruiz Paredes	
Simone Ribeiro Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.51419240510	
CAPÍTULO 11	95
EVOLUÇÃO DA COMPUTAÇÃO AUTONÔMICA E ADOÇÃO DO MODELO MAPE-K: UMA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	
Rosana Cordovil da Silva	
Renato José Sassi	
DOI 10.22533/at.ed.51419240511	
CAPÍTULO 12	109
FLUXO DE ATAQUE DPA/DEMA BASEADO NA ENERGIA DE TRAÇOS PARA NEUTRALIZAR CONTRAMEDIDAS TEMPORAIS NAS ARQUITETURAS GALS4	
Rodrigo Nuevo Lellis	
Rafael Iankowski Soares	
Vitor Gonçalves de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.51419240512	
CAPÍTULO 13	115
O ENSINO DA MATEMÁTICA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA CONSCIÊNCIA AMBIENTAL DOS ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Cláudio Cristiano Liell	
Arno Bayer	
DOI 10.22533/at.ed.51419240513	

CAPÍTULO 14	130
OS DESAFIOS ENFRENTADOS PELA COMUNIDADE ESCOLAR AO LIDAR COM ALUNOS COM TDAH EM PEDRO LEOPOLDO/MG	
Aurea Helena Costa Melo	
DOI 10.22533/at.ed.51419240514	
CAPÍTULO 15	143
PDI SOFTWARE: IDENTIFICAÇÃO DE FERRUGEM EM FOLHAS DE SOJA COM TÉCNICAS DE VISÃO COMPUTACIONAL	
Hortência Lima Gonçalves Gabriel Rodrigues Pereira Rocha George Oliveira Barros Cássio Jardim Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.51419240515	
CAPÍTULO 16	148
PERCEPÇÃO DA GESTÃO GEOLÓGICA E AMBIENTAL NA PREFEITURA DE SANTA CRUZ DO SUL, RIO GRANDE DO SUL	
Cândida Regina Müller Thays França Afonso Luciano Marquette Verônica Regina de Almeida Vieira Luis Eduardo Silveira da Mota Novaes Leandro Fagundes	
DOI 10.22533/at.ed.51419240516	
CAPÍTULO 17	154
PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA A DETECÇÃO DE PLACAS VEICULARES NO CONTROLE DE ACESSO EM ÁREAS RESTRITAS	
Yan Patrick de Moraes Pantoja Bruno Yusuke Kitabayashi Rafael Fogarolli Vieira Raiff Smith Said	
DOI 10.22533/at.ed.51419240517	
CAPÍTULO 18	163
DO PROPOSTA DE ARQUITETURA DE REDE NEURAL CONVOLUCIONAL INTERVALAR PARA O PROCESSAMENTO DE IMAGENS INTERVALARES	
Ivana P. Steim Lucas M. Tortelli Marilton S. Aguiar Aline B. Loreto	
DOI 10.22533/at.ed.51419240518	
CAPÍTULO 19	173
QUANTIFICAÇÃO DE AZEITE DE OLIVA EM MISTURAS COM ÓLEOS VEGETAIS UTILIZANDO FTIR E CALIBRAÇÃO POR REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA	
Lucas Wahl da Silva Clayton Antunes Martin	
DOI 10.22533/at.ed.51419240519	
CAPÍTULO 20	177
QUANTIFICAÇÃO DE PARTÍCULAS POR ESPALHAMENTO DE LUZ E DETERMINAÇÃO DA COR	

DE ÁGUAS

David Antonio Brum Siepmann
Ricardo Schneider
Alberto Yoshihiro Nakano
Paulo Afonso Gaspar
Antonio Cesar Godoy
Felipe Walter Dafico Pfrimer

DOI 10.22533/at.ed.51419240520

CAPÍTULO 21 193

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE MUROS DE GRAVIDADE CONSTRUÍDO COM SOLO-PNEUS

Guilherme Faria Souza Mussi de Andrade
Daniel Silva Lopez
Bruno Teixeira Lima
Ana Cristina Castro Fontenla Sieira
Alberto de Sampaio Ferraz Jardim Sayão

DOI 10.22533/at.ed.51419240521

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 208

ESTUDO LABORATORIAL DE PROPRIEDADES MECÂNICAS E DE FLUIDEZ A PARTIR DA ADIÇÃO DE NANOTUBOS DE CARBONO NO CONCRETO CONVENCIONAL

Késsio Raylen Jerônimo Monteiro

Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências
Exatas e Tecnológicas
Rio Branco – AC

Pedro Bonfim Segobia

Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências
Exatas e Tecnológicas
Rio Branco - AC

Peter Ruiz Paredes

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do
Acre Rio Branco - AC

Simone Ribeiro Lopes

Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências
Exatas e Tecnológicas
Rio Branco - AC

RESUMO: Na cidade de Rio Branco, capital do estado do Acre, o concreto convencional é geralmente produzido com agregados regionais, dentre os quais, os agregados miúdos locais apresentam excessos de finos, prejudiciais ao desempenho mecânico do concreto. Visando mitigar esse problema, são estudadas novas proporções entre o cimento e os agregados, bem como a incorporação de insumos alternativos. Este trabalho avaliou o desempenho físico e mecânico do concreto convencional a partir da adição de nanotubos de carbono (NTC) em sua composição. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de

Ensaio Tecnológicos da Universidade Federal do Acre e da empresa Albuquerque Engenharia e investigou as alterações nas propriedades de resistência à compressão simples e fluidez oriundas da inclusão de NTC em concentrações de 0,010%, 0,025% e 0,040% em relação a massa do cimento, com o intuito de suprir as deficiências decorrentes da granulometria do agregado miúdo da região. Para isso, realizou-se a caracterização dos materiais, dosagem e amostragem do concreto convencional com e sem adição do nanotubo segundo a NBR 5738 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Realizaram-se ainda ensaios de abatimento do tronco de cone (Slump test) e ensaios de resistência à compressão axial dos corpos de prova. Os resultados indicam que parece haver melhorias na trabalhabilidade e resistência à compressão simples do concreto, mesmo com a adição de pequenas quantidades do NTC.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto; Nanotubos de carbono; Resistência à compressão; Trabalhabilidade.

ABSTRACT: In Rio Branco city, capital of the State of Acre, the conventional concrete is produced using regional aggregates, among which, the local fine aggregates content excess amount of fines, damaging the mechanical performance of the concrete. In order to mitigate

this problem, the new proportions between cement and aggregates are studied, as well as an incorporation of alternative inputs. This work evaluated physical and mechanical conventional concrete performance from the addition of carbon nanotubes (NTC) in its composition. The research was developed in the Technological Testing Laboratory of the Federal University of Acre and the company Albuquerque Engineering and investigated the changes in the properties of resistance to simple compression and fluidity resulting from the inclusion of NTC in concentrations of 0.010%, 0.025% and 0.040% in relation to the mass of the cement, with the purpose of supplying the deficiencies of the granulometry of the fine aggregate of the region. For this, the materials, dosage and sampling characterization of conventional concrete with and without addition of carbon nanotubes according to NBR 5738 - Concrete - Procedure for molding and curing of specimens were made. Slump test and tests of resistance to axial compression of the specimens were also carried out. The results indicate that there appears to be improvements in workability and resistance to simple compression of concrete, even with the addition of small amounts of NTC.

KEYWORDS: Concrete. Carbon nanotubes. Compressive strength. Workability.

1 | INTRODUÇÃO

Para acompanhar as necessidades produtivas do mundo moderno, os avanços na tecnologia do concreto superaram, expressivamente, nas últimas duas décadas, tudo que se havia consolidado desde o advento do material. Segundo Thomaz (2001), o desenvolvimento da sílica ativa, das adições e dos aditivos disponibilizaram um novo material. O mesmo autor ressalta ainda o desenvolvimento de pesquisas avançadas com armaduras e reforços com fibras sintéticas, particularmente as fibras de carbono e as fibras acrílicas. Na Alemanha, estudou-se a adoção de cabos de protensão em fibra de vidro (com E de aproximadamente 50.000 MPa), antevendo a possibilidade de se introduzir nas barras sensores de fibras óticas, criando-se tirantes “inteligentes”. Aliado a isso, soma-se a possibilidade de processos de bombeamentos aprimorados, capazes de alcançar alturas de cerca de 200 metros e ainda sistemas de fôrmas industrializadas e racionais que contam com apoios telescópicos e escoramentos leves e de diversos materiais.

Assim, em meio a vasta lista de novos materiais, produtos e processos relacionados a tecnologia do concreto, destaca-se a nanotecnologia que, manipulando os materiais em nível molecular, desponta como uma promissora solução. Segundo Santos (2011), a primeira revolução tecnológica do concreto ocorreu com o surgimento do concreto protendido, com a nanotecnologia podendo ser a responsável por trazer uma nova revolução no século XXI, por já possuir bons resultados nas experiências em que se acrescentou NTC ao cimento. Para o referido autor, a adição de nanotubos ao cimento atua como se microscópicos cabos de aço fossem acrescentados ao material, gerando uma protensão no concreto que pode chegar a 200 MPa. Os nanotubos podem ser obtidos a partir da decomposição de gases contendo átomos de carbono, geralmente

um hidrocarboneto, sobre um catalisador, em metal de transição.

Durán (2006 *apud* LACERDA *et al.*, 2017), acredita que a nanociência e a nanotecnologia são áreas, que apesar de recém descobertas, apresentam um conteúdo extenso de estudos onde se visam manipular ou dominar as partículas e interfaces de dimensões muito pequenas dos materiais. Por exemplo, as diversas aplicações de estruturas nanométricas, como os NTC's, em materiais de construção poderiam modificar e melhorar propriedades como a resistência, isolamento térmico, acústico e absorção de energia eletromagnética, além de ter a possibilidade de criar estruturas mais leves. Carlos Alberto Achete, doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, em entrevista publicada por Santos (2011), argumenta que os pesquisadores devem estar aptos a dar o apoio à indústria, para garantir a qualidade e as características dos produtos à base nanotecnologia.

Alguns estudos que são realizados pela fundação tecnológica do estado do Acre (FUNTAC) indicam que um fator preponderante que coloca a área da construção civil no estado em uma situação desfavorável, é a escassez de uma areia de qualidade e dimensões que estejam de acordo com padrões normativos, a ser empregada nas mais diversas utilizações da indústria da construção civil local.

Neste contexto, pesquisadores acreanos buscam encontrar soluções técnica e economicamente viáveis para os diversos problemas existentes na produção de concretos de qualidade, tais como a dificuldade de atingir uma boa resistência mecânica sem interferir na trabalhabilidade da mistura e o elevado custo dos insumos componentes para atingir um concreto em conformidade com as normas técnicas. Este trabalho estudou a possibilidade de compensação das deficiências do concreto convencional causado pela utilização da areia do Rio Acre a partir da adição do NTC à composição do cimento Portland, em baixas concentrações, buscando investigar a viabilidade técnica dessa adição para estruturas de pequeno e médio porte na cidade de Rio Branco-AC.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os NTCs utilizados na pesquisa foram produzidos pelo processo de deposição de vapor no Laboratório de Nanomateriais do Departamento de Física da UFMG e fornecidos pelo professor Jorge Del Aguila da Universidade Federal do Acre, que já desenvolve pesquisas em nanotecnologia. Para este pesquisador, o método de deposição de vapor destaca-se em eficiência para produção em escala industrial por apresentar um melhor custo/benefício quando comparado aos outros métodos de produção.

A determinação da massa específica do cimento Portland foi realizada a partir das prescrições da norma NM 23/2000.

O agregado miúdo utilizado foi a areia do Rio Acre, caracterizada pela determinação da massa específica (NBR 9776/1987, utilizando o frasco de Chapman)

e granulometria (NBR NM 248/2001). A comparação com a zona utilizável foi baseada na norma NBR NM 26/2001.

O agregado graúdo utilizado foi a Brita 1 5/8” de Fortaleza do Abunã - RO, para o qual também se determinou a massa específica e granulometria em laboratório. O método utilizado para determinar a massa específica do agregado graúdo foi o ensaio do picnômetro (não normalizado) o qual basicamente consiste na adaptação do ensaio do frasco de Chapman, para agregados graúdos e o ensaio de granulometria foi realizado de acordo com a NBR NM 248:2001.

A preparação do concreto com adição de NTC também seguiu as especificações da ABNT NBR 12655/2006. O traço foi calculado observando o método da ABCP/ACI após realizadas as devidas análises dos materiais componentes, resguardadas as proporções dos materiais. A adição foi realizada em forma de mistura com o cimento nas proporções experimentais de 0,010%, 0,025% e 0,040% em relação a massa do cimento, sendo designadas A, B e C, respectivamente, e cada para cada grupo realizou-se a amostragem de 8 corpos de prova, sendo 4 rompidos aos 7 dias e os demais aos 28 dias de cura, totalizando 32 corpos de provas. Todos os ensaios de caracterização dos materiais, bem como a produção dos corpos de prova foram realizados no Laboratório de Ensaios Tecnológicos da Universidade Federal do Acre.

O procedimento de moldagem dos corpos-de-prova atendeu as prescrições da NBR 5738/2015. Estes foram desmoldados passadas 24 horas e deixados em cura submersa por 7 e 28 dias. Antes do rompimento todos os corpos de prova foram capeados adequadamente e rompidos em uma prensa hidráulica de compressão na empresa Albuquerque Engenharia.

3 I PREPARAÇÃO DAS FORMULAÇÕES

As formulações foram preparadas adicionando-se, em diferentes concentrações, o NTC no traço de concreto convencional de Rio Branco. Os percentuais que foram adicionados correspondem as proporções de 0,010%, 0,025% e 0,040%. A homogeneização da massa ocorreu de forma mecanizada, através da utilização de betoneira elétrica de 400 litros. A Tabela 1 apresenta os diferentes percentuais utilizados na composição dos traços de referência e com adição de NTC.

Adições	Cimento (%)	NTC (%)
Experimental	100,000	0,000
A	99,010	0,010
B	99,975	0,025
C	99,960	0,040

Tabela 1 - Apresentação das concentrações adicionadas

Definiu-se um traço convencional com as características do concreto de Rio Branco devido poucos estudos disponíveis e a sua importância se dá na possibilidade de uma comparação mais efetiva das mudanças nas características, já que passaram pelo mesmo processo de elaboração.

As concentrações escolhidas levaram em consideração resultados obtidos em pesquisas de outros autores, segundo Marcondes (2015) quando se acrescenta proporções maiores como 0,3% a 1%, percebe-se que o aumento dos teores diminui a trabalhabilidade do concreto e acarreta na perda de resistência à compressão em relação aos outros traços, apresentando os melhores resultados quanto menor for a adição de NTC, porém, na mesma pesquisa percebe-se que o aumento da resistência à compressão em relação ao traço sem adição é significativo, com 36% de aumento nos valores de fck em comparação ao traço de 0,3% de NTC.

Desta forma, buscou-se então analisar se concentrações muito menores apresentariam a mesma característica, ou seja, se traços com menores teores apresentariam a mesma tendência em aumentar o valor do fck, mantendo a fluidez satisfatória, o que diminuiria os custos do processo.

4 | PREPARAÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS

O traço do concreto deve ser preparado de acordo com a norma ABNT NBR 12655/2006. A determinação da consistência do concreto deve ser feita através do ensaio de abatimento do tronco de cone ou *slump test* especificada na NBR NM 67/1998, sendo distribuídos de maneira uniforme 25 golpes com a haste de socamento em cada uma das três camadas, após isso retirou-se, cuidadosamente, o molde do concreto levantando-o na direção vertical. Após a retirada do molde, se aferiu o abatimento do concreto desde o topo do cone até a altura do eixo do corpo de prova.

O procedimento de moldagem dos corpos-de-prova é realizado em base à NBR 5738/2015. A moldagem, como indicado na norma, é composta por três camadas, com adensamento manual, aplicando 25 golpes em cada camada. A última camada deve ser moldada com quantidade em excesso de concreto para completar o volume total do molde e depois é realizado o arrasamento da superfície com a borda do molde com

auxílio de uma colher de pedreiro.

5 | ENSAIO MECÂNICO

Por fim, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio mecânico de compressão axial. Esse ensaio foi realizado no Laboratório de Controle Tecnológico de Concreto da empresa Albuquerque Engenharia em prensa hidráulica, capacidade 30 toneladas e marca Marcon Mph-30.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O traço de referência, que representa o concreto convencional da cidade de Rio Branco, foi projetado a partir das informações disponibilizadas pela FUNTAC, como o traço disponibilizado não atingiu a consistência pretendida, foi necessário o acréscimo de água. Assim, para um abatimento de 70 mm o traço reajustado foi igual a **1 : 1,28 : 1,95 : 0,5**; e com este traço o concreto deveria atingir uma resistência de projeto de 22,9 MPa, valor acima dos 20 MPa característico das obras de pequeno porte locais.

Os resultados obtidos do ensaio de resistência à compressão axial dos corpos de prova do traço convencional estão apresentados na Tabela 2.

Corpo de prova	Idade (dias)	RC (MPa)	fck (MPa)
CP1	07	17,14	16,75
CP2	07	17,60	
CP3	07	18,44	
CP4	07	17,40	
CP5	28	24,92	23,21
CP6	28	24,34	
CP7	28	23,79	
CP8	28	26,10	

Tabela 2 - Resistência dos corpos de prova do traço sem adição de NTC

O concreto de referência alcançou e superou a resistência de projeto para todos os corpos de prova aos 28 dias, portanto, ficou estabelecido o traço supracitado para a adição do NTC.

Foi observado que com a adição de NTC, na composição do concreto, houve um incremento no ensaio de abatimento, o que parece indicar um aumento na trabalhabilidade sem extrapolar a consistência estabelecida dentro dos parâmetros no começo do programa; não sendo necessário mudanças no traço experimental reajustado.

A Tabela 3 mostra os valores obtidos de abatimento para cada dosagem de adição de NTC.

Adição de NTC	Abatimento (mm)		Abatimento final (mm)
	Amostra 1	Amostra 2	
Experimental	70	70	70
A	90	90	90
B	100	90	95
C	110	100	105

Tabela 3 - Abatimento do concreto com adição de NTC

Para Geyer e Rezende (2006 apud ZALAF et al., 2014) o ensaio de abatimento de tronco de cone consiste na medição da fluidez e consistência do concreto, fornecendo uma metodologia simples na qual é possível controlar sua uniformidade no processo de produção.

Neville (1997 apud ZALAF et al., 2014) definiu intervalos a partir de correlações entre o ensaio de abatimento de tronco de cone e a trabalhabilidade do concreto, como apresentado na Tabela 4.

TRABALHABILIDADE	ABATIMENTO
Abatimento zero	0
Muito baixa	5 a 10
Baixa	15 a 30
Média	45 a 75
Alta	80 a 155
Muito alta	Acima e 160

Tabela 4 - Relação entre os valores do ensaio e a trabalhabilidade do concreto

Fonte: Neville (1997 apud ZALAF et al., 2014)

A partir das relações de Neville (1997), verifica-se que enquanto o traço experimental encontrava-se na faixa de trabalhabilidade média, todos os traços contendo adições de NTC apresentaram trabalhabilidade alta, portanto, parece haver uma contribuição positiva para a melhoraria da fluidez do concreto analisado.

Essa melhora na trabalhabilidade do concreto é satisfatória quando se possui um agregado miúdo com alto teor de finos, como é o caso da areia do Rio Acre. A curva granulométrica de uma das amostras é apresentada na Figura 1.

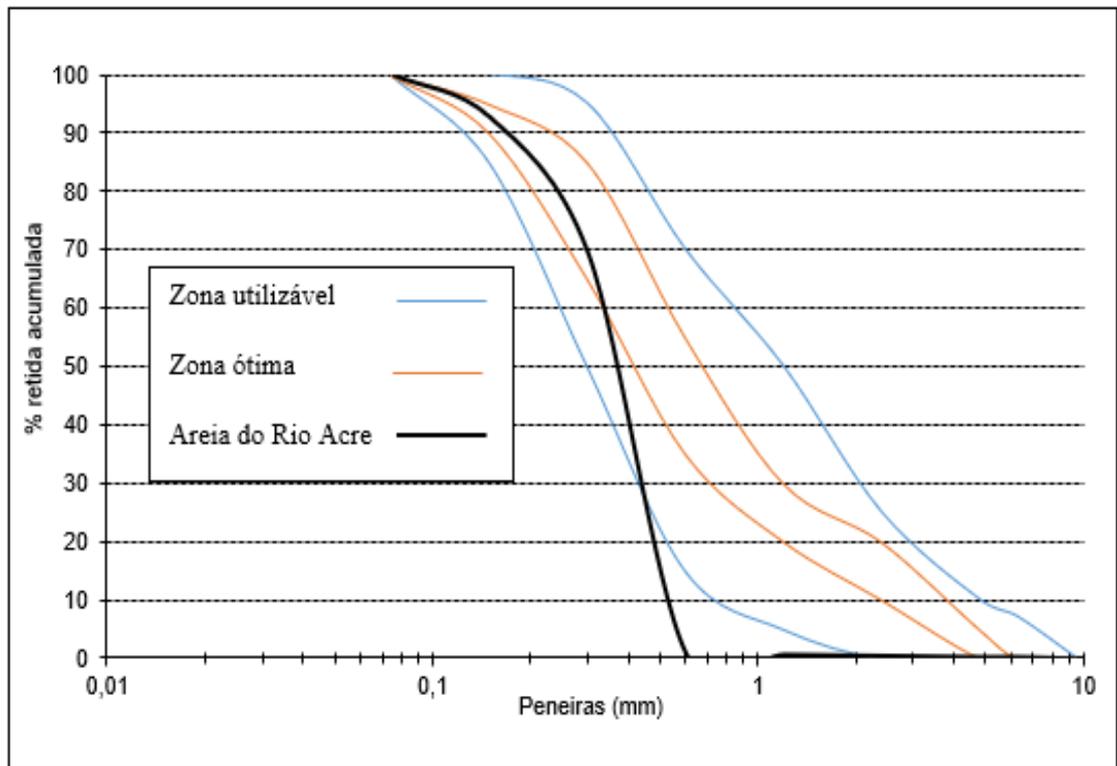


Figura 1 - Curva granulométrica da areia do Rio Acre

Fonte: Própria

Segundo Martins (2008), no processo de produção do concreto, quando se analisa o mesmo traço composto com agregados miúdos com granulometrias diferentes, mesmo que se mantenha a proporção, constata-se que o abatimento decresce com o traço com maior proporção de finos. A solução consiste na utilização de maior quantidade de água para se conseguir o mesmo abatimento de tronco de cone de uma amostra com menos finos, influenciando diretamente no custo do concreto, já que é necessário aumentar o consumo de cimento para manter a relação água/cimento.

Os resultados da trabalhabilidade e consistência dos concretos ensaiados foram organizados na Tabela 5 para uma análise comparativa entre o concreto de referência e as dosagens aditivadas com o NTC.

TRAÇO	Abatimento (mm)	Aumento do abatimento em relação ao traço experimental
Experimental	70	-
A	90	29%
B	95	36%
C	105	50%

Tabela 5 - Relação entre os abatimentos dos diferentes traços

Os resultados expostos na Tabela 5 mostram que houveram incrementos progressivos no abatimento dos concretos aditivados em relação ao abatimento do

concreto de referência, sendo maior cerca de 29% para a adição de 0,010%; cerca 36% para 0,025% e 50% para 0,040%, de onde depreende-se que quanto maior a adição de nanotubo, maior o ganho em trabalhabilidade do concreto, o que possibilita a redução da relação água/cimento a patamares eficientes, favorecendo assim, o aumento da resistência a compressão. Cabe-nos ressaltar que a redução da relação água/cimento não foi procedida nesta pesquisa.

A média dos valores encontrados para as resistências à compressão dos concretos com as adições de nanotubo: A (0,010%), B (0,025%) e C (0,040%), aos 7 dias e 28 dias de cura, estão dispostas na Figura 2.

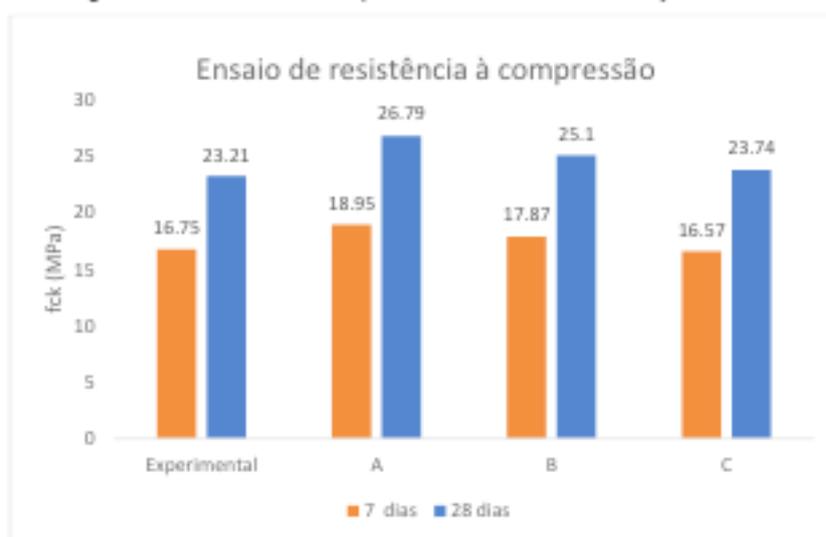


Figura 2 - Resistência à compressão do concreto com adição de NTC

Fonte: Própria

Com os resultados coletados da resistência dos corpos-de-prova com e sem adição das nanopartículas aos 7 e 28 dias de cura, foi elaborada a Figura 3 para facilitar a análise de variação da resistência à compressão das diferentes amostras.

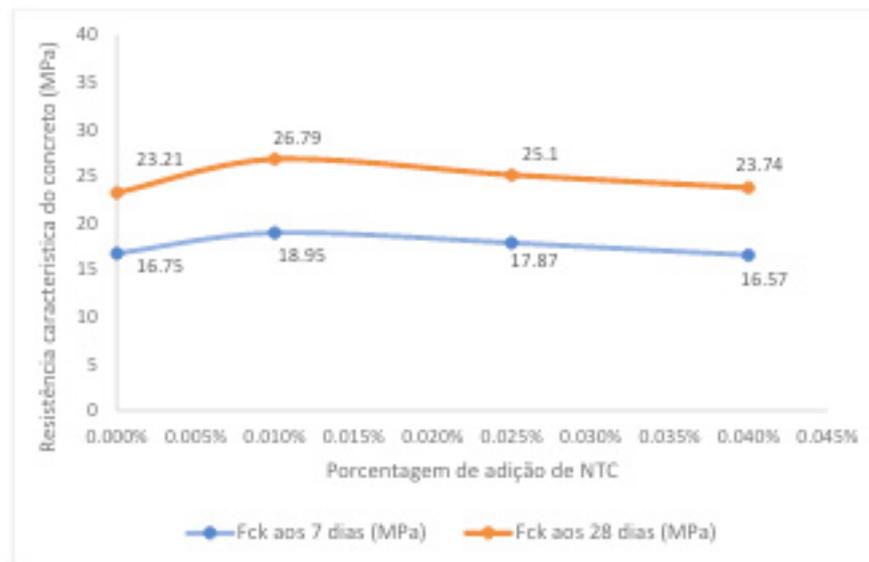


Figura 3 – Comparação dos valores obtidos no ensaio de resistência à compressão

Fonte: Própria

A partir dos resultados das resistências, verificou-se que todas as amostras com adição de NTC apresentaram fck superior à resistência característica atingida pelo traço experimental aos 7 e 28 dias, exceto o com adição de 0,040%. A Tabela 6 expõe a variação quantitativa da fck aos 7 e 28 dias de cura.

TRAÇO	fck aos 7 dias (MPa)	fck aos 28 dias (MPa)	Variação da fck aos 7 dias	Variação da fck aos 28 dias
Experimental	16,75	23,21	-	-
A	18,95	26,79	13,1%	15,4%
B	17,87	25,10	6,7%	8,1%
C	16,57	23,74	-1,1%	2,3%

Tabela 6 - Variação da fck dos traços com e sem adição de NTC

Com base nos resultados deste ensaio, parece haver alterações no comportamento mecânico dos concretos com adições, sendo mais promissor para a adição de 0,010% de NTC que apresentou cerca de 15% de ganho na resistência à compressão em detrimento das demais, além de conseguir garantir uma trabalhabilidade satisfatória e superior ao do traço experimental. Entretanto, estudos mais aprofundados sobre a eficiência dessa dosagem para outros traços experimentais devem ser procedidos.

7 | CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nos ensaios de abatimento por tronco de cone e a respectiva análise comparativa entre as amostras com e sem adição de NTC, parece haver uma relação entre a adição de NTC e o aumento do abatimento, melhorando assim a trabalhabilidade do concreto.

Todas as amostras contendo adições de NTC apresentaram desempenho superior ao da amostra convencional (sem adição de NTC) para a resistência a compressão axial aos 28 dias, destacando-se a adição de 0,010%, cujo ganho de resistência foi de 15%, enquanto que a adição de 0,040% alcançou apenas 2,3%, não sendo possível afirmar se isto é decorrente do elevado abatimento obtido ou se houve incompatibilidade química entre o cimento e as doses de adição de nanotubos de carbono.

Foi possível ainda, estabelecer, a partir da relação da resistência característica (F_{ck}) do concreto e a porcentagem de adição de NTC aos 7 e 28 dias de cura que a dosagem ótima de adição de nanotubos de carbono, para obter um melhor desempenho, é a de 0,010%, as outras amostras, apesar de ter maior adição, mostraram-se ineficientes, mesmo atingindo resistências maiores que as do traço sem adição.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 5738: Concreto- Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23: Cimento Portland – determinação de massa específica.** Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9776: Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman.** Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados- determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 26: Agregados - Amostragem.** Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2006.

LACERDA, M. *et al.* **As aplicações da nanotecnologia na construção civil.** Revista Saberes UNIJIPA, 2017. Disponível em: <<https://unijipa.edu.br/wp-content/uploads/Revista%20Saberes/ed4/5.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019, 01:19:00.

MARCONDES, M. *et al.* **Nanotubos de carbono em concreto de cimento portland: Influência da dispersão nas propriedades mecânicas e na absorção de água.** Revista ALCONPAT. 2015.

MARTINS, P. **Influência da granulometria agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto**. Feira de Santana: UEFS, 2008.

SANTOS, Altair. **Nanotecnologia impulsiona nova revolução do concreto**. Portal Itampé, 2011. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/nanotecnologia-impulsiona-nova-revolucao-do-concreto>>. Acesso em: 17 jan. 2019, 00:58:00.

THOMAZ, E. **Tecnologia, Gerenciamento e qualidade na Construção**. Editora PINI, São Paulo, 2001.

ZALAF, F. *et al.* **Estudo do controle tecnológico e recebimento do concreto em obra**. Goiás: UFG, 2014.

SOBRE OS ORGANIZADORES

JORGE GONZÁLEZ AGUILERA Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidadde Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmentede soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

ALAN MARIO ZUFFO Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí –UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal deLavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal doMato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência naárea de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-351-4

