

Engenharia de Construção Civil e Urbana

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Engenharia de Construção Civil e Urbana

Franciele Braga Machado Tullio
(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
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. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
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. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	Engenharia de construção civil e urbana [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-852-6 DOI 10.22533/at.ed.526191912 1. Construção civil – Brasil. 2. Engenharia civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado. CDD 624
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia de Construção Civil e Urbana” contempla dezoito capítulos com abordagens sobre as mais recentes pesquisas relacionadas a construção civil e modificação do ambiente urbano. A utilização de novas tecnologias, desenvolvimento de novos materiais promovem um avanço na construção civil, permitindo a execução de novas construções, promovendo a reutilização de diversos materiais que antes eram descartados. O uso de ferramentas computacionais permite um maior controle e gerenciamento de obras, proporcionando uma melhor compatibilização de projetos, e evitando diversos problemas na sua execução. Existem aplicativos que permitem realizar o dimensionamento de diversos elementos, contribuindo para a agilidade na execução de projetos. O estudo sobre o comportamento de materiais utilizados na construção civil permite o desenvolvimento de novas soluções, bem como o aprimoramento de sistemas construtivos existentes, proporcionando maior qualidade, eficiência e segurança às obras. A utilização de resíduos de construção e desenvolvimento de materiais, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, resulta em benefícios ao meio ambiente. Da mesma forma, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis. Ante ao exposto, esperamos que esta obra proporcione ao leitor uma leitura agradável e traga conhecimento técnico, contribuindo para uma reflexão sobre os impactos que as pesquisas geram na engenharia de construção civil e urbana, e que seu uso possa trazer benefícios a sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO EM LINGUAGEM PYTHON PARA ANÁLISE DE ESTRUTURAS UTILIZANDO O MÉTODO DOS DESLOCAMENTOS	
Amanda Isabela de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.5261919121	
CAPÍTULO 2	16
IMPLANTAÇÃO DO BIM EM UMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE – ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA JÚNIOR	
Rafael Braida Ribeiro	
Maurício Leonardo Aguilar. Molina	
DOI 10.22533/at.ed.5261919122	
CAPÍTULO 3	28
VARIAÇÃO DE CALOR EM UMA PLACA: ANÁLISE EXPERIMENTAL E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS	
Fábio Gaspar Santos Júnior	
Ana Carolina Carius	
Mariana Anastácia de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919123	
CAPÍTULO 4	40
UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DE PROJETOS NA CIDADE DE ALFENAS-MG	
Leonardo Avelar Pereira	
Laísa Cristina Carvalho	
Iago Bernardes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.5261919124	
CAPÍTULO 5	56
APLICATIVOS DE SMARTPHONE COMO FERRAMENTA PARA O GERENCIAMENTO DE OBRAS	
Francisco Diego Bezerra Soares	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
DOI 10.22533/at.ed.5261919125	
CAPÍTULO 6	69
A ABORDAGEM <i>DESIGN THINKING</i> NO CURSO DE ENGENHARIA: UMA EXPERIÊNCIA NO DESAFIO DE CRIAR E INOVAR NA COMPLEXIDADE DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL	
Gilselene Garcia Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.5261919126	
CAPÍTULO 7	86
INFLUÊNCIA DA COLAGEM DE LAMINADOS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV) NO REFORÇO DE LIGAÇÕES VIGA-PILAR DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	
Juliana Penélope Caldeira Soares	
Nara Villanova Menon	
DOI 10.22533/at.ed.5261919127	

CAPÍTULO 8	101
MÓDULO DE ELASTICIDADE DO CONCRETO: UM ESTUDO SEMI PROBABILÍSTICO E SEUS DESDOBRAMENTOS	
Ana Carolina Carius	
Leonardo de Souza Corrêa	
Vinícius Costa Furtado da Rosa	
Alex Justen Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919128	
CAPÍTULO 9	115
STUDY OF THE DURABILITY OF COMPOSITES OF EUCALYPTUS CELLULOSE FIBER STERIFIED FOR CEMENT MATRIX REINFORCEMENT	
Laís Fernanda dos Santos Marques	
Leila Aparecida de Castro Motta	
Rondinele Alberto dos Reis Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.5261919129	
CAPÍTULO 10	121
CONTROLE TECNOLÓGICO DA ARGAMASSA POR MEIO DE ENSAIOS DESTRUTIVOS E NÃO DESTRUTIVOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
Amanda Regina de Souza Macedo	
David Edson Macedo Palhares	
Ariadne de Souza e Silva	
Rafael Alexandre Raimundo	
Cleber da Silva Lourenço	
Ruan da Silva Landolfo	
Uilame Umbelino Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.52619191210	
CAPÍTULO 11	132
A IMPORTÂNCIA DO EMPREGO DE MATERIAIS RETARDANTES AO FOGO NAS GALERIAS COMERCIAIS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA	
Jenifer Pungirum Quaglio	
Maria Teresa Barbosa	
Wendell Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.52619191211	
CAPÍTULO 12	149
CONTRIBUIÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DE ENERGIA GEOTÉRMICA NO BRASIL	
Adriana Coelho Vieira	
Brunno Daibert Andrès	
Luis M. Ferreira Gomes	
Peter Kallberg	
DOI 10.22533/at.ed.52619191212	
CAPÍTULO 13	166
ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO SIMPLES COM ADIÇÃO DE CINZA DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Ítalo Diego e silva morais	
Ariele Rebeca Martins ribeiro	
Francisco Willian Policarpo de Albuquerque	
Walber Alves Freitas	
Francisca Lucivania policarpo de Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.52619191213	

CAPÍTULO 14	177
ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE USINA RECICLADORA DE RESÍDUOS DE CONCRETO NA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ/RN	
Adeirton Gois de Lima	
Francisco Herikleptom Mariano da Costa	
Lucas Allan Saldanha dos Santos	
Hannah Lerissa Hydaradaya Moura Santos de Farias	
DOI 10.22533/at.ed.52619191214	
CAPÍTULO 15	188
COMPORTAMENTO DE BLOCOS DE TRANSIÇÃO COM PERFIL METÁLICO <i>Behavior of steel pile cap</i>	
Rodrigo Gustavo Delalibera	
Marcell Godoi Sivelli	
José Samuel Giongo	
DOI 10.22533/at.ed.52619191215	
CAPÍTULO 16	206
ESTUDO COMPARATIVO DA ASSOCIAÇÃO DE MEMBROS DE TRELIÇAS ISOSTÁTICAS	
Francisca Ires Vieira de Melo	
Leonardo Henrique Borges de Oliveira	
Layane Silva de Amorim	
Lourena Barbosa Cavalcante Paiva	
Sara Fernandes Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.52619191216	
CAPÍTULO 17	225
FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM ESTRUTURAS DE EDIFÍCIOS ALTOS SEGUNDO DUAS VERSÕES: A SUGERIDA PELA NBR 6123/1988 E OUTRA SIMPLIFICADA	
Marcus Vinicius Paula de Lima	
Nara Villanova Menon	
Maicon de Freitas Arcine	
Juliana Penélope Caldeira Soares	
DOI 10.22533/at.ed.52619191217	
CAPÍTULO 18	240
COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO DE PERFIS DE AÇO FORMADOS A FRIO SUBMETIDOS À COMPRESSÃO DE ACORDO COM A NBR 14762:2010	
Amanda Isabela de Campos	
DOI 10.22533/at.ed.52619191218	
SOBRE A ORGANIZADORA	260
ÍNDICE REMISSIVO	261

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO SIMPLES COM ADIÇÃO DE CINZA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Ítalo Diego e silva morais

Graduado em Engenharia Civil, Centro universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão - Unifacema
Caxias - MA

Ariele Rebeca Martins ribeiro

Graduada em Engenharia de Petróleo. Universidade Ceuma
São Luís - MA

Francisco Willian Policarpo de Albuquerque

Engenheiro civil, Centro universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão - Unifacema
Caxias - MA

Walber Alves Freitas

Professor, Centro universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão - Unifacema
Caxias - MA

Francisca Lucivania policarpo de Albuquerque

Arquiteta, Centro universitário de Ciências e Tecnologia do Maranhão - Unifacema
Caxias - MA

RESUMO: O Brasil é um dos maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo, e um dos resíduos dessa produção é a Cinza do Bagaço de Cana (CBC), este é o resíduo final no processo de cogeração de energia das usinas sucroalcooleiras, que descartado de

forma negligente pode ser bastante prejudicial a natureza. O objetivo do presente trabalho foi dar uma destinação adequada ao resíduo empregando a construção civil, como também estudar a resistência mecânica a compressão do concreto produzido com a adição de cinza, a viabilidade da substituição parcial do agregado miúdo por este material e determinar o percentual mais adequado nestas produções. Na confecção dos corpos de provas foram definidos um traço padrão e percentuais em 0%, 10%, 20%, 30% e 35% tanto de adição como substituição. Após o período de cura de 28 dias as amostras foram submetidas ao processo de rompimento por compressão simples. Os resultados mostraram que o uso da cinza como aditivo na produção de concreto não acrescenta em ganho de resistência nos percentuais indicado, já a substituição do agregado miúdo por este material tornar-se economicamente viável até o percentual de 20% já que os valores obtidos no ensaio são aceitáveis.

PALAVRAS-CLAVE: Bagaço; Cana-de-açúcar; Concreto; Cinza; Construção Civil.

ANALYSIS OF SIMPLE CONCRETE RESISTANCE WITH ADDED SUGAR CANE GRAY

ABSTRACT: Brazil and one of the largest producers of sugarcane in the world, and one of

its residues of this production is sugarcane bagasse ash (CBC), this is the final residue in the energy cogeneration process of the sugarcane mills, which negligently disposed of can be quite detrimental to nature. The objective of the present work was to provide a viable destination of this residue with connection to civil construction, to study the mechanical resistance to compression of the concrete produced with the addition and replacement of the small aggregate by ash and to determine the viable percentage in this production. In the production of the test bodies a standard trace and percentages in 0%, 10%, 20%, 30% and 35% of both addition and substitution were defined. After the 28-day curing period, the samples were submitted to a single compression breaking process. The results showed that the use of ash as an additive in the concrete production does not add to the resistance gain in the indicated percentages, since the replacement of the small aggregate by this material becomes economically feasible up to the percentage of 20% since the values obtained in the acceptable

KEYWORDS: Sugarcane; bagasse. Concrete. Grey. Construction.

1 | INTRODUÇÃO

A construção civil é uma atividade reconhecida como propulsora responsável pelo desenvolvimento socioeconômico, uma vez que a mesma se destaca por gerar desenvolvimento estrutural e financeiro para população local. Para Fossati (2008, p. 11) “os edifícios e obras civis são considerados os produtos físicos com maior vida útil que a sociedade produz, eles alteram a natureza, a função e a paisagem de áreas urbanas e rurais”.

Com o grande crescimento nesse segmento da indústria, a construção civil constitui uma das atividades que geram maiores impactos ambientais e isso é um problema que deve ser observado e administrado, com grandes construções temos também o grande consumo de matérias-primas que vem transformando a paisagem natural e degradando o meio ambiente gerando por fim uma grande quantidade de resíduos sólidos.

A partir dessas concepções a construção civil vem se deparando com um grande desafio que é desenvolver peças com bom desempenho, economicamente viável e sustentável. O concreto, material principal da engenharia utilizado pelo homem, tem histórico de uso e se tornou um dos principais causadores da degradação ambiental. Desde de tempos remotos já se utilizavam técnicas com compostos formados por água e aglomerantes usando de matéria-prima para a elaboração de diversas estruturas que resistem ao longo dos séculos a ações climáticas e a degradação natural e estão de pé até os dias atuais (SOUTO, 2010).

O cimento que é composto basicamente de clínquer e de algumas outras adições, é um dos constituintes mais importantes do concreto, sendo responsável pela emissão de cerca de 5% a 7% da emissão mundial de dióxido de carbono (FAPERJ, 2011).

A possibilidade de se adicionar materiais siliciosos ou alumino-siliciosos,

oriundos de resíduos industriais e agroindustriais, ao cimento Portland, substituindo o clínquer por materiais alternativos, é de suma importância para diminuir o impacto ambiental causado por esses resíduos. Portanto, esta adição surge como alternativa para se diminuir a produção de resíduos que seriam liberados no meio ambiente. (CASTALDELLI *et al.*, 2010).

O Brasil atualmente vive um momento crescente na produção e no consumo de etanol, sendo o maior produtor e consumidor de açúcar e álcool no mundo. A sua produção a partir da cana-de-açúcar gera um grande resíduo que é comumente chamado de bagaço.

O bagaço da cana-de-açúcar é a fração de biomassa resultante após os procedimentos de limpeza e preparo utilizado parcialmente para a geração de energia através da queima, a cinza do bagaço que é o resultante dessa queima geralmente é depositada no meio ambiente de forma inadequada. Estas cinzas ocupam lugar de destaque dentre os resíduos agroindustriais por resultarem de processos de geração de energia (LIMA *et al.*, 2010).

A cinza do bagaço de cana-de-açúcar apresenta uma composição de predominância de sílica, e tem um comportamento de cimento pozolânico tornando assim a cinza um material com um grande potencial na confecção do concreto utilizando como aditivo na produção, ou substituto parcial do agregado miúdo.

Como a tendência é termos obras maiores com alturas cada vez mais desafiadoras necessitamos de estruturas com maior resistência e economia, que venha a ter uma contribuição sustentável, sendo assim a utilização da cinza como aditivo e uma excelente alternativa já que a mesma agrega resistência ao concreto.

Com o objetivo de satisfazer a necessidade atual visando atender a construções menores iniciou-se o projeto que visava fazer a análise da variação da resistência do concreto simples com aplicação de cinza como aditivo ou substituição parcial do agregado miúdo.

Observou-se os seguintes questionamentos, é possível aumentar a resistência do concreto utilizando a cinza como adição? é viável a substituição parcial do agregado miúdo por cinza do bagaço de cana-de-açúcar? A linha de pesquisa foi dividida em duas, buscando os seguintes resultados, para que o concreto tenha um acréscimo de resistência ao ponto dessa variação ser notável, é necessária uma adição de cinza do bagaço de cana-de-açúcar a sua produção ou a viabilidade da substituição parcial do agregado miúdo pela cinza.

Quando se tem apenas a adição da cinza na confecção do concreto deseja-se apenas aumentar a resistência sem visar à econômica, tendo assim um acréscimo notável de resistência. A substituição parcial do agregado miúdo por cinza na produção ocorre quando o tem se necessidade de economia do agregado miúdo, tendo pouco ou nenhum acréscimo na resistência. Dentro do contexto apresentado, o aperfeiçoamento do concreto em busca de maior desempenho em paralelo com a diminuição no impacto de extração de mineral e a degradação do meio ambiental por meio da má disposição

dos resíduos agroindustrial, e visado uma economia financeira, estudos e tecnologias voltado à área de construção civil vem sendo criado com o objetivo de atender os requisitos acima.

2 | METODOLOGIA

O objetivo dessa pesquisa experimental foi verificar as propriedades do concreto no estado fresco e endurecido com sua cura completa, como a análise da variação da resistência à compressão com a adição da cinza do bagaço de cana-de-açúcar, e em uma segunda verificação a viabilidade de substituição do agregado miúdo pela cinza, tendo um referencial que servirá de base para analisarmos o grau de adição ou substituição mais adequado e rentável.

Serão expostos detalhe da coleta e caracterização quando possível, a presente pesquisa foi conduzida no laboratório de estruturas de materiais da instituição Unifacema, todos os ensaios e preparação do concreto foram feitos com a orientação e acompanhamento do técnico responsável.

O procedimento constituiu-se de três etapas. A primeira ocorreu a coleta dos materiais (brita, areia, cimento e cinza), a cinza foi coletada na empresa TG Agroindustrial na cidade de Aldeias Altas, Maranhão.

A segunda etapa foi elaborada a moldagem dos corpos de provas, com um traço descrito como referência (sem CBC), e os demais com percentuais de adição ou substituição de 10%, 20%, 30% e 35% de CBC, conforme procedimentos descritos na norma NBR 5738, 2015.

Terceira etapa realizou-se o rompimento do corpo de prova de concreto, para a verificação da resistência a compressão conforme a norma NBR 5739, 2018 com idade de cura de 28 dias.

2.1 Caracterização dos Materiais

2.1.1 Agregado Miúdo

O agregado miúdo natural utilizado na produção de concreto e do tipo proveniente áreas molhadas na zona leste do maranhão.

Utilizou-se a areia disponível no laboratório de engenharia civil da Unifacema, para a aplicação adequada ela foi exposta ao sol em seguida seu resfriamento ocorreu sobre a ação natural do ambiente posteriormente foi isolada dentro de tambores.

Para uma melhor caracterização do agregado miúdo, utilizaram-se os seguintes ensaios, com suas respectivas normas:

Matéria orgânica NBR NM 49 (ABNT, 2001), em que se analisou toda a matéria orgânica da areia, para depois defini-la e utilizá-la adequadamente de acordo com as normas para a devida elaboração do concreto proposto da pesquisa.

Análise granulométrica seguindo a NBR NM 248 (ABNT, 2003) de todo o material

utilizado, no caso agregado miúdo, por meio do peneiramento, pelas diferentes aberturas das malhas, para a classificação dos grãos e correta preparação do material para elaboração do concreto proposto.

2.1.2 Aglomerante

O cimento utilizado foi do tipo CP II – F40, foi utilizado esse tipo devido a oferta do mercado, o mesmo apresenta uma resistência mecânica a compressão de 40 MPa, com cura em 28 dias.

2.1.3 Agregado Graúdo.

Para o agregado graúdo utilizou-se brita basáltico tipo 1 que tem granulometria entre 9,5 mm a 19 mm e por suas dimensões são bastante empregadas na fabricação de vigas e pilares, por possuírem boa aderência.

Para melhor caracterização do agregado graúdo, utilizaram-se os seguintes ensaios, com suas respectivas normas:

Análise granulométrica, segundo a NBR NM 248 (ABNT, 2003), de todo o material utilizado, no caso agregado graúdo, por meio do peneiramento, pelas diferentes aberturas das malhas, para a classificação dos grãos e correta elaboração do material para elaboração do concreto proposto.

Matéria orgânica NBR NM 49 (ABNT, 2001), em que se analisou toda a matéria orgânica composta no material, pela determinação colorimétrica de impurezas orgânicas em agregado graúdo, para então utilizá-la adequadamente na elaboração do concreto proposto.

2.1.4 Água.

A água utilizada nos ensaios foi de abastecimento público, destinada ao consumo de todos os habitantes da cidade de Caxias, Ma em temperatura e pressão ambiente.

2.1.5 Cinza do Bagaço da Cana de Açúcar

A cinza do bagaço da cana-de-açúcar empregada nesta pesquisa foi diretamente obtida na usina sucroalcooleira TG Agroindustrial LTDA. Localizada na cidade de Aldeias Altas, Maranhão.

O bagaço produzido pela moagem da cana-de-açúcar é queimado a uma temperatura média de 900° C e servido de combustão para a geração de energia, este resíduo, a cinza, é transportado por uma calha d'água ao destino final, em um trecho do percurso foi retirada a quantidade utilizada com o auxílio de uma peneira que posteriormente foi colocada a secagem diretamente exposta ao sol durante dois dias.

A Figura 01 mostra o momento da pesagem para uso na fabricação do concreto, é notório sua coloração negra já que a mesma não passou por uma homogeneização, é também considerável seu grande volume.



Figura 01 – Cinza do Bagaço de Cana-de-Açúcar

Fonte: Autor (2018).

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Preparação dos concretos.

O traço utilizado para a construção dos corpos de provas foi o 1:2:4 geralmente empregado para a estruturas de pilares e vigas e dosado para atingir uma resistência de 21 Mpa.

Com o traço definido foi feita a adição de cinza calculada através da quantidade de cimento nas proporções (10%, 20%, 30% e 35%), conforme tabela 01.

MATERIAIS	Coefficiente	0%	10%	20%	30%	35%	TOTAL	UNID
Cimento	5,94	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	16,00	Kg
Areia	0,54	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	42,50	Kg
Pedra brita Tipo 1	0,84	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	65,00	Kg
Água	202	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	11,00	L
Cinza do Bagaço		0,000	0,320	0,640	0,960	1,120	3,040	Kg

Tabela 01 – Cálculo do quantitativo de materiais, concreto com adição de CBC.

Fonte: Autor (2018).

Para a processo de substituição parcial do agregado miúdo por CBC foi usada a mesma metodologia, calculou-se a quantidade que irar ser substituída em relação a areia do traço referencial, conforme tabela 02.

MATERIAIS	Coefficiente	10%	20%	30%	35%	TOTAL	UNID
Cimento	5,94	3,20	3,20	3,20	3,20	12,80	Kg
Areia	0,54	7,65	6,80	5,95	5,53	25,93	Kg
Pedra brita Tipo 1	0,84	13,00	13,00	13,00	13,00	52,00	Kg
Água	202	2,20	2,20	2,20	2,20	8,80	L
Cinza do Bagaço		0,85	1,70	2,55	2,98	8,08	Kg

Tabela 02 – Cálculo do quantitativo de materiais, concreto com substituição parcial do agregado miúdo por CBC.

Fonte: Autor (2018).

2.2.2 cura dos corpos de prova.

Os corpos de prova (CPs) após o termino da cura inicial de 24 horas, foram desformados, identificados e mergulhado em um tanque com solução saturada de hidróxido de cálcio, onde sofreram a cura saturada de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015). Ficaram armazenados até a momento do ensaio, como visto na figura 02.



Figura 02 – Corpos de Prova (a) identificação dos corpos (b) e armazenamento (c).

Fonte: Autor (2018).

2.2.3 Resistência à Compressão.

A resistência à compressão do concreto foi determinada de acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2018). Foi utilizado para ensaio mecânico uma prensa do modelo “Prensa elétrica digital 100 toneladas (I-3025-B) como exibido na Figura 03, que após o rompimento os valores extraídos da máquina são expressos em Mpa, dispensado assim a formulação da norma.



Figura 03 – Prensa elétrica.

Fonte: Autor (2018).

A resistência foi determinada pela média aritmética das resistências individuais

de 6 corpos-de-prova, ensaiados na mesma idade, conferido os valores através da formulação da norma nos primeiros 6 corpos e continuaram-se os procedimentos.

3 | RESULTADOS

Após encontrado a resistência dos corpos de provas, chegou-se a valores médios estabelecidos de acordo com as normas vigentes sobre a obtenção da resistência do concreto. Para cada adição com percentual diferente de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC), obteve-se um resultado distinto, levando em consideração o adicional de CBC e também a substituição parcial do agregado miúdo no concreto pelo material.

Quanto aos gráficos 03 e 04 a linha vermelha (Referencial) trata-se do resultado médio de resistência dos corpos de prova feito a parti do concreto convencional o valor é constante e não a alteração na sua produção, está listado no gráfico passando pelos percentuais apenas na forma de demonstração para facilitar o entendimento, já os dados encontrados na linha azul sofrem intervenção na sua produção com relação ao percentual localizado.

O gráfico 01 demonstra os resultados obtidos em forma comparativa do concreto convencional e o concreto com adição de cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC), com os percentuais de 10%, 20%, 30% e 35% de (CBC). Para essa primeira situação apenas utilizou-se os percentuais distintos como adição no traço já definido.

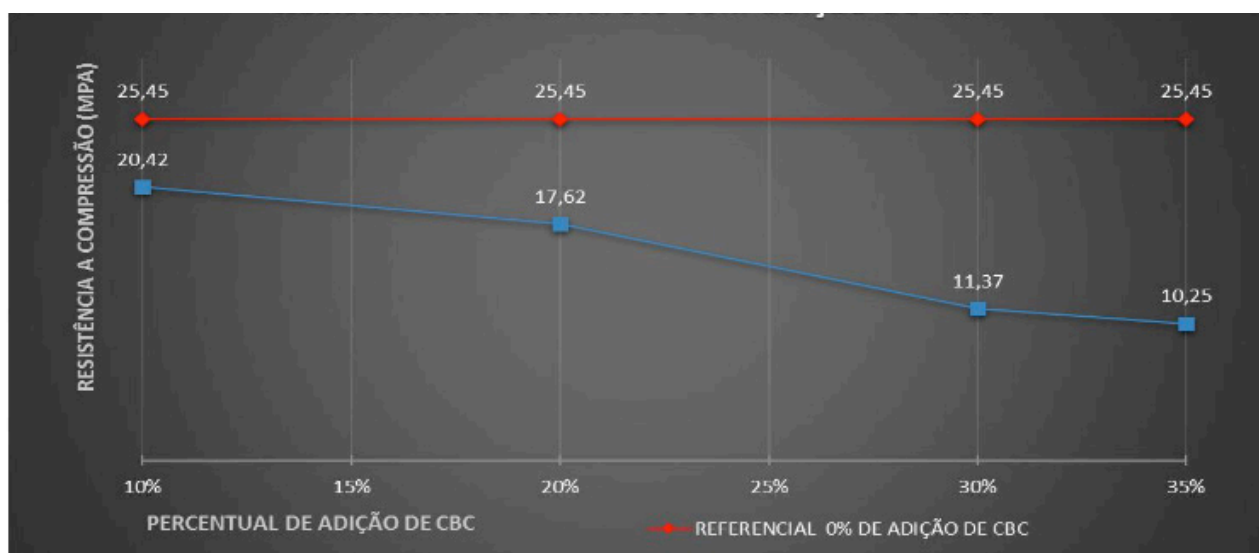


Gráfico 01 – Resistencia a compressão do concreto com a adição de CBC.

Fonte: Autor (2018).

Foi observado no estudo que com a adição de 10% de CBC, o concreto teve uma resistência média de 20,42 Mpa, com redução de 19,76% de resistência em relação ao referencial. Quanto a resistência média de 17,62 Mpa referente ao concreto com 20% de adição tivemos uma redução de resistência 30,77%. Já com adição de 30%

de CBC obteve-se uma resistência de 11,37 Mpa, com uma perda de 55,32%. Com acréscimo de 35% de CBC alcançou-se uma força de 10,25 Mpa, ocasionando uma perda de resistência de 59,72% comparando com o concreto convencional.

O gráfico 04 demonstra os resultados alcançados de forma comparativa da resistência média a compressão simples do concreto convencional em relação ao concreto feito com percentuais de substituição do agregado miúdo por (CBC), de 10%, 20%, 30% e 35%.

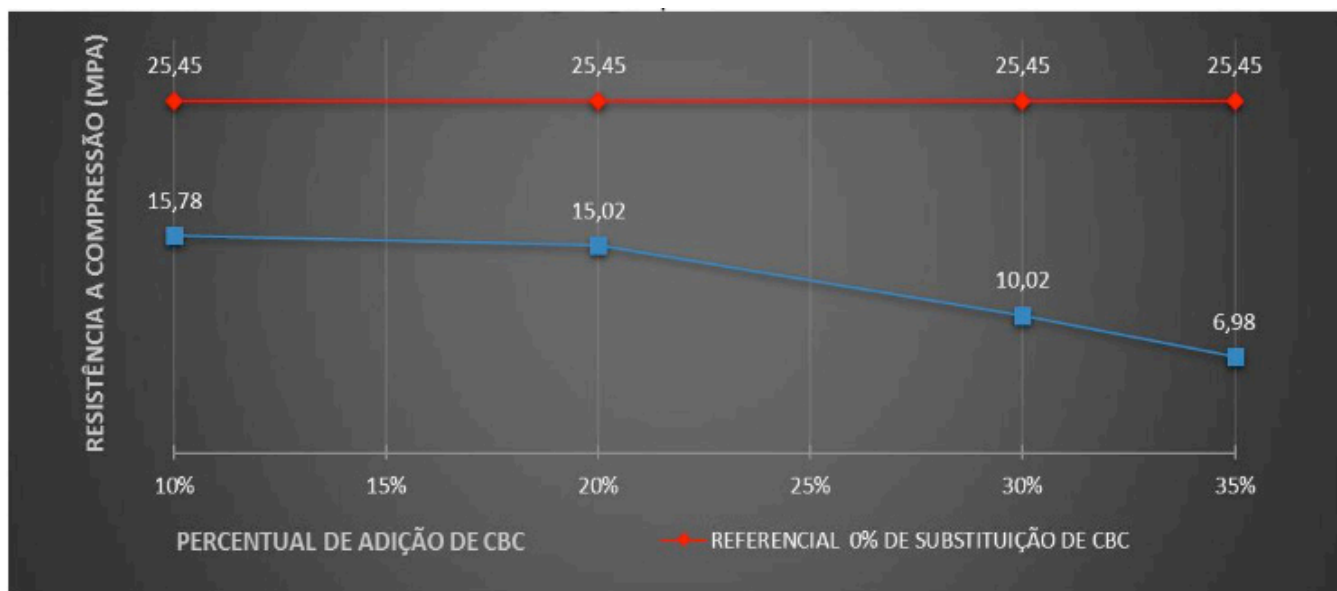


Gráfico 02 – Resistência a compressão do concreto com substituição em percentual do agregado miúdo por CBC.

Fonte: Autor (2018).

O experimento mostra que quando foi substituído um percentual de 10% de agregado miúdo por CBC, a resistência a compressão alcançada atingiu 15,78 Mpa, redução de 38,00% em comparação com o concreto usual. Quando o percentual trocado foi de 20% de agregado miúdo por CBC, a força de compressão obtida foi de 15,02 Mpa, resultando em uma perda de 40,98% em relação ao concreto convencional. E, quando foi substituído 30% de agregado miúdo por CBC, obteve-se uma resistência a compressão de 10,02 Mpa, ocasionando um decréscimo de 60,63% comparando com o concreto usual. Finalmente, quando o percentual trocado foi de 35% de agregado miúdo por CBC, a força de compressão obtida foi de apenas 6,98 Mpa, refletindo uma diminuição de 72,57% em relação ao concreto convencional.

4 | CONCLUSÃO

Embora a adição de cinza na elaboração do concreto não tenha implicado em um aumento de resistência, é notável que até o percentual de cinza de 10% em forma de aditivo a resistência chega bem próximo do referencial havendo um decréscimo

expressivo após a intervenção superior. Baseado nesses fatos concluímos que a produção de concreto com adição de cinza do bagaço de Cana-de-açúcar tem sua produção inviável quando se deseja obter acréscimo de resistência.

O concreto produzido a parti da substituição do agregado miúdo até o percentual máximo de 20% tem sua resistência a compressão simples estável com valores próximos a 15 Mpa que é uma resistência totalmente aceitável para a proposta do trabalho que visa o uso de tal confecção para a construções sem necessidade de suporte de grandes cargas estruturais.

Vale salientar os benefícios do uso da cinza na produção que são diversos como: destinação específica do CBC evitando seu descarte negligente, o benefício econômico considerando o custo da cinza desprezível e o benefício estrutural já que a mesma produzida com esse material tem um desempenho eficaz. Baseado nos benefícios e custo, concluímos que o uso do CBC como substituição do agregado miúdo até o percentual de 20% e totalmente viável para a uso em estrutura de pequeno porte.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR NM 49: agregado fino – determinação de impurezas orgânicas. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR NM 248: agregados – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5738: modelagem e cura de corpos de prova cilíndricos de concreto. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5739: concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: procedimento. Rio de Janeiro, 2007.

CASTALDELLI, V. N.; CASTRO, J. N. T.; QUEVEDO, V. R. B.; AKASAKI, J. L.; TASHIMA, M. M.; BERNABEU, J. P. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO**, Congresso... Fortaleza: [s.n.], 2010. P. 1-15, 2010.

FAPERJ, **Cimento ecológico é capaz de retirar Co2 do ar**. Disponível em: <<https://www.normaseregras.com/normas-abnt/referencias/>>. Acessado em 30 agosto 2018.

FOSSATI, M., **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. 2008. 342 f. Tese de D. Sc (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2008.

LIMA, S. F., SALES, A., MORETTI, J. P., ALMEIDA, F. C. R., SANTOS, T. J., 2010, **caracterização de concretos confeccionados com a cinza do bagaço da cana-de-açúcar**. Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de estruturas, Córdoba, Argentina, 2010.

SOUTO, J. M. F., **Avaliação do desempenho da cinza do bagaço de cana-de-açúcar na produção de concretos**. 2010. 121 f. Dissertação de M.Sc (Engenharia Urbana) - Universidade Estadual De Maringá, Maringá, 2010.

SOBRE O ORGANIZADORA

FRANCIELE BRAGA MACHADO TULLIO Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação do vento 225, 226, 228, 229, 230, 235
Algoritmo 1, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 240, 251, 254, 258
Análise estrutural 1, 2, 4, 9, 14, 15, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 98, 198, 224
Aplicativo 28, 56, 60, 61, 62, 63, 66
Aprendizagem 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84
Argamassa 107, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131
Armaduras 93, 95, 192, 196, 197, 199, 200, 202

B

BIM 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 40, 41, 42, 43, 53, 54, 55, 58
Blocos de concreto 190

C

Cálculo 1, 4, 10, 14, 15, 33, 38, 63, 66, 69, 75, 80, 84, 86, 90, 93, 98, 101, 104, 105, 106, 109, 112, 172, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 195, 205, 210, 211, 226, 227, 230, 233, 238, 240, 245, 247, 248, 249, 251, 254, 257
Compatibilização 23, 24, 25, 40, 41, 44, 46, 49, 53, 55
Concreto 45, 52, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 123, 130, 131, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 195, 198, 205, 230, 231, 238, 239
Controle tecnológico 121, 122, 127, 130

D

Desenvolvimento 1, 16, 34, 41, 42, 43, 53, 56, 57, 58, 59, 63, 65, 66, 69, 70, 71, 74, 77, 84, 90, 131, 149, 151, 163, 167, 209, 230, 259
Dimensionamento 2, 3, 26, 46, 50, 88, 142, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 197, 199, 204, 208, 212, 223, 238, 240, 241, 242, 246, 247, 249, 258, 259

E

Edificações 17, 41, 44, 54, 67, 87, 90, 99, 121, 122, 124, 130, 133, 135, 137, 140, 141, 142, 147, 148, 226, 229, 230, 233, 237, 238
Elementos finitos 15, 28, 33, 34, 38, 198, 199, 246
Eletricidade 149, 152, 153, 154, 156, 159, 160, 161, 163
Energia 5, 6, 15, 46, 59, 126, 149, 150, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 166, 168, 170, 179, 183, 184, 186
Energia renovável 149
Ensaio 28, 101, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 121, 122, 128, 129, 130, 169, 170, 191, 197, 205
Estabilidade 86, 87, 88, 92, 93, 98, 99, 115, 226, 238, 246, 249, 258
Estacas 157, 188, 189, 190, 205
Estruturas 1, 2, 3, 9, 14, 15, 28, 38, 41, 45, 54, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 99, 100, 105, 113, 119, 167, 168, 169, 171, 176, 178, 179, 186, 205, 207, 208, 223, 224, 225, 238, 239, 241, 259

G

Gerenciamento de obras 56, 58, 60, 61, 66

Gerenciamento de projetos 16, 19, 27, 67

I

Inovação 41, 69, 70, 72, 73, 74, 85, 179

M

Materiais 2, 28, 30, 31, 35, 38, 44, 53, 60, 62, 63, 88, 99, 102, 103, 105, 109, 111, 113, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 140, 143, 147, 148, 167, 168, 169, 172, 198, 199, 223, 228

Método dos deslocamentos 1, 3, 9, 14, 15

Modelagem estrutural 225

Módulo de elasticidade 4, 10, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 115, 121, 122, 127, 128, 130, 131, 198, 199, 209, 231, 244

P

Perfis de aço 240, 241, 249, 258, 259

Pré-moldados 90, 177, 178, 179, 180, 181, 186, 187

Projeto 1, 2, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58, 68, 70, 72, 74, 82, 87, 88, 89, 90, 99, 104, 109, 112, 124, 132, 134, 135, 142, 147, 168, 178, 181, 184, 186, 205, 224, 235, 238, 259

Projeto arquitetônico 26, 44, 54

Propriedades geométricas 3, 209, 222, 242, 243, 245, 249, 251

R

Reciclagem 120, 177, 180, 181, 182, 186, 187

Reforço estrutural 86

Resíduos sólidos 167, 177, 179, 180, 186

Resistência 23, 26, 35, 45, 88, 89, 90, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 122, 124, 126, 127, 128, 129, 131, 142, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 189, 195, 198, 199, 200, 231, 240, 242, 249, 251, 257, 258

S

Segurança 53, 132, 134, 135, 139, 140, 142, 143, 151, 179, 212, 226, 230, 233, 238, 260

Simulações 28, 30, 31, 33, 35, 98, 190, 225

Sustentabilidade 19, 20, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 186

T

Tecnologia 27, 40, 41, 42, 53, 54, 57, 58, 59, 61, 67, 68, 121, 131, 152, 153, 157, 161, 163, 166, 260

Treliças 9, 14, 15, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 220, 223, 224

V

Viga 50, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 102, 103, 112, 206, 209, 212, 221, 222, 223, 237, 246

