

# **12. Engenharia Civil**

Oral - Pesquisa

Engenharia Civil

## ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE UMA ARGAMASSA DE CIMENTO GEOPOLÍMERO

FRASSON, B. J. F. B., MENGER, M. H., PELISSER, F.

*brunajfrasson@hotmail.com, manuela.hm@hotmail.com, fep@unesc.net**Palavras-chave: argamassa, geopolímero, metacaulim, resistencia*

### Introdução

A sustentabilidade da construção civil é, atualmente, uma grande preocupação, visto o grande impacto ambiental, social e econômico desta indústria, devendo-se considerar, principalmente, associado à fabricação de materiais, o consumo de cimento. Uma alternativa para reduzir o impacto ambiental da produção do cimento Portland é melhorar seu rendimento e através da utilização de materiais cimentícios suplementares (SCMs). Outra alternativa, é o desenvolvimento de cimentos alternativos, que apresentam propriedades técnicas diferenciadas em relação ao cimento Portland. Estes tipos de cimento tem sido mais frequentemente estudados nos últimos anos e são denominados de cimentos geopoliméricos. São aluminossilicatos, amorfo e com estrutura semicristalina, e possuem excelentes resistência mecânica, baixa retração, rápido endurecimento, boa resistência aos ácidos, boa resistência ao fogo e baixa condutividade térmica. Dessa forma, essa pesquisa teve como principal objetivo a análise das propriedades mecânicas de argamassas produzidas com cimento geopolimérico.

### Metodologia

Foram produzidas amostras de argamassa, para a determinação da resistência a compressão (NBR 7115) e do módulo de elasticidade (NBR 8522). Para tal foi utilizada misturas de cimento e areia, nas composições 1:3, 1:4 e 1:5 (cimento:areia, em massa). A areia é normatizada (NBR 7215), sendo utilizadas areias com quatro faixas granulométricas. A mistura foi realizada em argamassadeira. As amostras foram submetidas ao ensaio de resistência a compressão e módulo de elasticidade, em prensa servo-hidráulica, com controle de carregamento (NBR 8522).

### Resultados e Discussão

Os resultados demonstraram que a composição de argamassa 1:3 (I) atingiu uma resistência à

compressão superior aos demais, e a redução de resistência dos traços, 1:4 (II) e 1:5 (III), foram de 3% e 6%, respectivamente. As resistências foram de 60 MPa, 58 MPa e 56 MPa, demonstrando um consumo de cimento de 420 Kg/m<sup>3</sup>, 350 Kg/m<sup>3</sup> e 295 Kg/m<sup>3</sup>, para as composições I, II e III, respectivamente. Os resultados mostraram uma vantagem do cimento geopolimérico, que é a maior coesão, verificada pela pequena perda da resistência, quando aumentado a proporção de agregados. Essa característica permite atingir um melhor índice de eficiência de consumo do cimento, quando comparados com os resultados obtidos na literatura.

Quanto ao módulo de elasticidade, os resultados obtidos foram de 24 GPa, 27 GPa e 31GPa, para os traços 1:3, 1:4 e 1:5, respectivamente. Os resultados mostram uma capacidade de deformação muito próxima de uma argamassa de cimento Portland, para mesma classe de resistência.

### Conclusão

Os resultados obtidos mostram que o desempenho mecânico do cimento geopolimérico à base de metacaulim é satisfatório para aplicação na indústria da construção, principalmente em comparação a uma argamassa de cimento Portland. Os resultados de resistência à compressão, capacidade de deformação e rendimento, foram satisfatórios. Os resultados também foram compatíveis com os melhores resultados observados na literatura. Portanto, por ser um material novo, em relação a aplicabilidade na indústria da construção, necessita de mais estudos, quanto as suas propriedades quando aplicado como argamassa e em concretos. No entanto, sua aplicação, em países que priorizam a pesquisa e o desenvolvimento desse material, já ocorre com aceitação satisfatória.

### Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland ? resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8522: Concreto -determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão - deformação. Rio de Janeiro, 2003.

DUXSON P ET AL. Geopolymer technology: the current state of the art. J Mater Sci 2007; 42:2917-33.

TEMUJIN J, RIESSEN A-V, MACKENZIE K J D. Preparation and characterisation of fly ash based geopolymer mortars. Construction and Building Materials 2010; 24: 1906-1910.

### **Fonte Financiadora**

PIBIC/UNESC

Oral - Pesquisa

Engenharia Civil

## ANÁLISE NANOMECÂNICAS DE UMA PASTA DE GEOPOLÍMERO A BASE DE METACAULIM

MENGER, M. H., FRASSON, B. J. F. B., PELISSER, F.

*manuela.hm@hotmail.com, brunajfrasson@hotmail.com, fep@unesc.net**Palavras-chave: nanomecânica, geopolímero, pasta, metacaulim*

### Introdução

A indústria da construção civil se desenvolve em larga escala, e para acompanhar esse crescimento é necessário pesquisas para o desenvolvimento de novos aglomerantes, ou seja, cimentos com matérias-primas alternativas. Apesar do consagrado uso do cimento Portland para produção de concretos e argamassas, tem se investido no desenvolvimento de cimentos denominados de geopolímeros ou geopoliméricos, devido as suas excelentes propriedades mecânicas, térmicas e de durabilidade. Porém, sua eficiência, comparativamente ao cimento Portland, depende de uma série de fatores, que vão desde a disponibilidade, qualidade e custos dos materiais em determinadas locais, até a composição, produção e desempenho do concreto aplicado. A pesquisa relata o estudo de uma pasta de geopolímero a base de metacaulim, com sua caracterização nanomecânica, avaliando a concentração do ativador alcalino.

### Metodologia

O cimento foi composto de metacaulim e ativadores com uma solução de silicato de sódio e hidróxido de sódio. O estudo teve como variável a concentração de ativadores utilizando a relação molar  $\text{Na}_2\text{SiO}_2/\text{NaOH}$  de 2,2, 1,6 e 1,0, denominadas de A, B e C, respectivamente. Foi utilizada temperatura de cura de 40°C e a relação água/aglomerante de 0,75. Foi utilizado o procedimento de mistura adotado para argamassas. Utilizaram-se amostras de 20 mm de diâmetro por 40 mm de altura para determinação da resistência à compressão. A resistência à compressão foi determinada, segundo a norma ASTM C1231, nas idades de 7 e 28 dias. Para os ensaios nanomecânico as amostras foram cortadas com altura de 5 mm, e verificada a rugosidade de sua superfície em um microscópio óptico. Foi então determinada a dureza e o módulo de elasticidade, por meio da técnica de nanoindentação instrumentada à micro-nanoescala. Após esse procedimento a imagem das matrizes indentadas com as fraturas e deformações foi

analisada em um microscópio eletrônico de varredura.

### Resultados e Discussão

Os resultados demonstram que a composição B (intermediária) com relação molar de 1,6 atingiu a maior resistência à compressão, de 64 MPa. A composição A atingiu resistência próxima da B. Os resultados da composição C mostram uma perda de resistência, tendo como causa a maior porosidade aparente, verificada em micrografias. Esse comportamento, confirma a teoria de que aumentando a relação molar  $\text{Na}_2\text{SiO}_2/\text{NaOH}$  provoca ganho de resistência. Utilizando a análise de variância que é um método estatístico, verificou-se que a idade não possui um efeito significativo na resistência. Os resultados das propriedades nanomecânicas que avaliaram o módulo de elasticidade e a dureza, mostram que a carregamento utilizado influencia de forma não significativa às propriedades nanomecânicas, esse comportamento é provocado pela ocorrência de microfissuras na estrutura. A média dos resultados nanomecânicos da composição B, foram de 10GPa e 0,40 GPa para o módulo de elasticidade e dureza, respectivamente. Os resultados obtidos para o cimento geopolimérico a base de metacaulim, são muito próximos aos obtidos para uma pasta de cimento Portland (10-15 GPa e 1,0-0,2 GPa, para o módulo de elasticidade e dureza, respectivamente).

### Conclusão

Os resultados deste trabalho mostram, através das propriedades mecânicas, o potencial de utilização de um cimento geopolimérico, em relação ao tradicional cimento Portland. Os resultados nanomecânicos demonstraram que o módulo de elasticidade e a dureza da pasta para a composição intermediária B foi relevante e eficiente quando comparado com as mesmas propriedades de uma pasta de cimento Portland. Para a composição A foram verificados resultados próximos ao da composição intermediária, porém para a composição C houve perda de resistência devido à

porosidade em sua microestrutura. As propriedades estudadas possuem relevância para o desenvolvimento tecnológico dos cimentos geopoliméricos e de suas aplicações na indústria da construção civil.

### **Referências Bibliográficas**

DAVIDOVITS J. Geopolymers: inorganic polymeric new materials. J Therm Anal 1991; 37:1633-56.

### **Fonte Financiadora**

PIBIC/UNESC

## Poster - Extensão

## Engenharia Civil

## HSS - PROJETANDO UM RESGATE HISTÓRICO E SOCIAL / BAIRRO QUARTA LINHA, CRICIÚMA

VIANNA, D. M., BATTI, C. B., CECHINEL, A.

*dalanavianna@hotmail.com, carla\_bezbatti@hotmail.com, anderson\_cechinel2006@hotmail.com*

*Palavras-chave: Arquitetura comunitária, requalificação, desenho participativo*

### Introdução

A Quarta Linha é um bairro predominantemente rural, pertencente ao município de Criciúma, está situado a doze quilômetros do centro, e às margens da BR-101, funcionando como porta de entrada da cidade. Devido ao elevado crescimento populacional dos últimos tempos, e a considerável distância da zona urbana do município (em torno de doze quilômetros), o bairro precisou melhorar sua infraestrutura para suprir as necessidades de seus moradores. Levando em consideração que a qualidade de vida de um local tem grande ligação com a qualidade dos espaços públicos de convivência e lazer que o mesmo possui, o projeto visa um estudo de revitalização e a requalificação de uma área pública do Bairro, baseado em um resgate histórico e cultural, utilizando um método chamado "Desenho Participativo" que consiste em uma troca de ideias com os próprios moradores. Este espaço, assim como outros, têm sido abandonado visivelmente tanto pelo poder público como pela população e vêm se deteriorando. Um novo uso e uma nova apropriação desses lugares devem ser urgentes e se basear na valorização da dialética entre todos os interesses que estão em jogo, buscando uma relação mútua entre os valores culturais, políticos, comunitários e históricos existentes. O Espaço deve ser planejado, equipado e dimensionado para apoiar e promover as atividades em que se destinam, devendo ser também multifuncional, sendo concebido de forma a poderem ser readaptados a novos usos, e atendendo a todos.

### Metodologia

O desenvolvimento dos trabalhos acontece no Laboratório de Projetos do Curso de Arquitetura e Urbanismo, situado no Bloco D, envolvendo alunos e professores do Curso de Arquitetura e Urbanismo e professores do Curso de Engenharia Civil.

Os trabalhos envolvem etapas de visitas ao local de implantação do projeto, levantamentos de campo detalhado, levantamentos fotográficos,

desenvolvimento do programa de necessidades, reuniões com os envolvidos e moradores do bairro, discussões e elaboração de propostas arquitetônicas com desenhos em meio digital, e a partir da definição das mesmas.

### Resultados e Discussão

O projeto de extensão contribuiu, desde seu início até a etapa atual para a compreensão do processo de requalificação de áreas esquecidas pelo poder público, percebendo-se a importância delas para a melhoria da qualidade de vida dos moradores do bairro e conseqüentemente, fomentando discussões sobre a realidade dos mesmos que convivem com locais impróprios para o lazer, que estudam e crescem nesses espaços. Além do projeto de arquitetura que vem sendo concluído ao longo desse semestre pela equipe, as atividades desenvolvidas despertaram a conscientização dessas pessoas envolvidas, em dividir algumas responsabilidades, ao invés de deixar tudo com o poder público, fazendo-as perceber que ações de projetos de extensão como este podem contribuir para a reversão da realidade atual.

### Conclusão

Na última etapa realizada, o projeto desenvolveu com a aplicação dos conhecimentos produzidos pelos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, um estudo preliminar, acompanhado de um ante-projeto de revitalização de um espaço de uso comunitário do bairro quarta linha, juntamente com a participação direta dos moradores futuramente beneficiados pelo projeto.

### Referências Bibliográficas

1. LYNCH, Kevin. The image of the city. Cambridge: The M.I.T. Press, 1960.
2. BENÉVOLO, Leonardo. História da Cidade . São Paulo: Perspectiva, 1999.

3. JACOBS, Jane. Morte e Vida das Grandes Cidades. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

4. SANTOS, Carlos Nelson Ferreira dos; VOGEL, Arno. Quando a rua vira casa: A apropriação de espaços de uso coletivo em um centro de bairro. São Paulo: Projeto FINEP/IBAM, 1985.

5. RODRIGUES, Ferdinando de Moura. Forma, Imagem e Significado em Estruturas Urbanas Centrais. Centro da Cidade de Niterói. Projeto de Reestruturação Urbana. Niterói: EdUFF / ProEditores, 2005.

### **Fonte Financiadora**

UNACET e PROPEX

## Poster - Extensão

## Engenharia Civil

**ESPAÇO FÍSICO PARA CATADORES DE LIXO DE CRICIÚMA****AMBONI, F. G., BONFANTE, C., DORNEL, R., PIZZETTI, J., ROMAGNA, G. S.***fabianamboni@hotmail.com, cristian\_bonfante@hotmail.com, raissatopanotti@hotmail.com, juliap.arq@hotmail.com, sekoromagna@hotmail.com**Palavras-chave: arquitetura, espaço de triagem, resíduos sólidos, inclusão social, educação ambiental***Introdução**

Centros de triagem através da coleta seletiva fazem a separação dos lixos recicláveis que podem ser reaproveitados para consumo, ali é feito também a prensagem e o estoque dos mesmos. O processo continua em outro local com a reciclagem destes materiais, o que contribui para a preservação do meio ambiente.

O Centro de Triagem Associação Criciumense de Catadores (ACRICA) tem finalidade de receber o lixo de uma parte de Criciúma a fim de fazer a separação dos mesmos.

Este projeto de extensão visa contribuir com o trabalho dos catadores de lixo do bairro e permitir a inclusão de mais trabalhadores, através de uma estrutura física, com espaço que permita a realização dos processos de triagem. Além de uma área destinada aos trabalhadores composta por cozinha, refeitório, sala de descanso, banheiros e vestiários. Proporcionando maior conforto e segurança no desenvolvimento de suas atividades. E ainda, um espaço para a recepção e administração da ACRICA.

O processo de desenvolvimento e construção do projeto envolverá alunos bolsistas e um aluno voluntário deste projeto de extensão, professores e coordenadores do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNESC, contribuindo para que os catadores possam ter uma vida mais digna com um trabalho num ambiente adequado.

**Metodologia**

O desenvolvimento dos trabalhos acontece no Laboratório de Projetos do Curso de Arquitetura e Urbanismo, situado no Bloco D, envolvendo alunos e professores do Curso de Arquitetura e Urbanismo, professores do Curso de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental.

Os trabalhos envolvem etapas de visitas ao terreno, levantamentos fotográficos, visitas a centros de

triagem, desenvolvimento do programa de necessidades, reuniões com os professores

envolvidos, discussões e elaboração de propostas arquitetônicas com desenhos em meio digital, e a partir da definição das mesmas, produção de projetos complementares.

**Resultados e Discussão**

Este projeto de extensão contribuiu para o conhecimento e o entendimento do que é um centro de triagem, quais as necessidades básicas para que esse processo ocorra e a importância desse equipamento para sociedade e para o meio ambiente, além de proporcionar oportunidades e perspectivas aos trabalhadores do bairro.

**Conclusão**

Nesta última etapa realizada, o projeto conseguiu desenvolver, com a aplicação dos conhecimentos produzidos pelos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Ambiental, e com as visitas a campo um estudo preliminar com as necessidades básicas para que esse projeto funcione, mas que ainda precisa ser avançado. Novas pesquisas de referenciais e outras visitas a campo acontecerão para melhor conhecimento do assunto e das necessidades para um centro de triagem.

**Referências Bibliográficas**

PITA, Marina. Central De Triagem. Disponível em: [http://www.resol.com.br/textos/central\\_de\\_triagem-ministerio\\_das\\_cidades.pdf](http://www.resol.com.br/textos/central_de_triagem-ministerio_das_cidades.pdf). Acesso em: 12 de ago. 2013. 20:30.

RODRIGUES, Gustavo; FERNANDES, Horebes. Galpão de triagem e Praça Pública. Disponível em: <http://escritoriodearquitetura.files.wordpress.com/2010/09/caderno-galpao-triagem-praca-publica.pdf>. Acesso em: 08 de julho. 2013. 20:15

**Fonte Financiadora**

UNACET e PROPEX

## Oral - Relato Profissional

### Engenharia Civil

# A APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: UMA PROPOSTA DE DESIGN

ALANO, A. B., FABRE, H. C.

agda.alano@gmail.com, haron.fabre@yahoo.com.br

*Palavras-chave: Design. Ecodesign. Sustentabilidade*

## Introdução

O design como pratica projetual leva em conta aspectos simbólicos, estéticos e funcionais para que o produto atenda as necessidades do usuário. De forma ampliada o design interfere não somente na experiência do usuário com o produto, mas relaciona-se com o meio e neste sentido considera-se aspectos sociais, econômicos e ambientais. A partir desses três eixos define-se a sustentabilidade que é tratada pelo design a partir do ecodesign.

## Metodologia

Na pratica de ensino da disciplina de projeto I no Curso de Design, foi proposto o projeto de bolsas onde além dos aspectos funcionais e estéticos foram levados em conta os princípios do ecodesign.

A partir de uma problematização de pesquisa foi sugerido pelos docentes o desenvolvimento de um projeto de coleção de bolsas a partir da temática: Amazônia, Que representou o conteúdo estilístico da coleção. Ainda como proposta foi estabelecido como critério a eco-eficiência aplicada no produto contemplando um dos princípios do Ecodesign.

O desenvolvimento do projeto iniciou-se a partir de uma pesquisa bibliográfica orientada a partir de tendências de consumo e das inovações do design em sustentabilidade.

Como processo foram utilizadas oficinas de criatividade e pesquisa de tecnicas aplicada a industria de acessorios de moda.

## Resultados e Discussão

A partir do projeto foram selecionados os modelos que mais expressaram a temática sugerida, bem como foram analisados aspectos como: a função, estética, E a aplicação eco design no projeto.

Como resultado cada equipe apresentou um projeto de coleção onde cada aluno desenvolveu um protótipo de uma bolsa.

## Conclusão

Muitas das metodologias projetuais do design partem de um problema, que relaciona-se a uma necessidade do usuário. Este projeto apresentou uma nova configuração projetual onde a problematização surge do sentido simbólico que é próprio de áreas como o design de moda. A partir da inserção da sustentabilidade no projeto, o foco passou do usuário para um pensamento sistêmico que envolve não somente o produto, mas o todos os que são afetados no processo de produção E de consumo.

A coleção de bolsas apresentou como resultado significativo a iniciativa dos alunos no desenvolvimento de campanhas publicitárias que expressaram a motivação no desenvolvimento do projeto, e ainda explorou novas possibilidades no uso de materiais, aproximando a sustentabilidade a pratica do design.

## Referências Bibliográficas

BAXTER, M. Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BURDEK, Bernhard E. História e Prática do Design de Produtos. Trad. Frieddy Van Camp. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.

FACCA, Cláudia A. O designer como pesquisador: uma abordagem metodológica da pesquisa aplicada ao design de produtos. 2008. 215 p. Dissertação (Mestrado em Design). Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2008.

GOMES, L.V.N. Design do Objeto: bases conceituais. São Paulo: Escrituras, 2006.

PANECK, Victor . Arquitetura e Design, Lisboa,  
Edições 70 Ltda., 1995.

Oral - Pesquisa

Engenharia Civil

## EFEITO DO AGREGADO PROVENIENTE DO RESÍDUO DA BAUXITA NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO

WANDERLIND, A., KELLER, T., NONI, A., PELISSER, F., PETERSON, M.

augustowanderlind@gmail.com, tchekeller7@hotmail.com, agenordenoni@gmail.com, fep@unesc.net, mpe@unescnet

Palavras-chave: Agregados, Lama vermelha, Resíduo, Propriedades mecânicas

### Introdução

O processo de beneficiamento da bauxita na produção de alumina gera a lama vermelha LV como resíduo, 50% da massa de bauxita é convertida em LV. Uma das alternativas é a utilização no concreto como agregado graúdo. O principal requisito é atingir as propriedades finais de desempenho mecânico e o seu processamento. Avaliou-se o comportamento mecânico do concreto utilizando três tipos de agregados produzidos com a LV, denominados de brita de lama vermelha BLV, LV e brita de lama vermelha com 20% de argila LV+A

### Metodologia

Foram formuladas 10 composições de concreto a partir de um traço de referência com basalto como agregado graúdo. Nas demais composições o basalto foi substituído pelos agregados de LV, produzidos por pelotização e queima, nas concentrações de 33%, 66% e 100%. A relação água/cimento a/c foi mantida e aumentado o teor de aditivo de 0,7% para 1,0%. No agregado BLV a relação a/c foi elevada para 0,7 e 0,8, nas substituições de 66% e 100%, respectivamente. No agregado LV a relação a/c foi mantida e o abatimento um pouco inferior ao de referência. No agregado LV+A, a relação a/c foi constante, mas com abatimento um pouco superior ao de referência.

Os agregados foram caracterizados quanto à distribuição granulométrica, absorção de água, massa específica e massa unitária. Os concretos quanto à resistência à compressão e módulo de elasticidade, aos 28 e 70 dias, e foi medida a densidade aos 28 dias

### Resultados e Discussão

O agregado LV+A que possui 0,8% de absorção de água, forma esférica e baixa rugosidade, manteve a plasticidade e não houve diferença na resistência à

compressão. O tipo BLV apresentou acréscimo na resistência utilizando 33% de substituição devido a maior absorção de água do agregado 8,5%, reduzindo a relação a/c real da matriz cimentícia. Aumentando a relação a/c para 0,7 e 0,8, nos teores de 66% e 100% de substituição, a resistência se manteve. O tipo LV que possui 5,5% de absorção de água, uma forma esférica e rugosidade inferior à BLV, manteve a relação a/c constante, e causou uma pequena redução da plasticidade para os teores de 33% e 66%, porém com aumento da resistência em 20% e 40% aos 28 dias, para as substituições de 66% e 100%

Os agregados de LV comparados ao de referência diminuem o módulo de elasticidade. O LV+A causou uma redução máxima de 5%, porém, para os agregados LV e BLV essa redução foi de 15% e 20% e 25% e 30% para 66 e 100%, respectivamente. Comparando os resultados experimentais com os resultados estimados através da resistência à compressão, baseada na norma NBR 6118, onde  $E = 5600 \times (f_{ck})^{1/2}$ , observa-se que a estimativa é válida apenas para a concentração de 33% para os agregados BLV e LV, e de 33% e 66% para o LV+A

### Conclusão

A resistência mecânica foi alta, oscilando entre 35 MPa a 55 MPa, mostrando concretos adequados para diversas aplicações. Os agregados interferiram na plasticidade e no aumento da resistência à compressão, influenciados pela absorção de água diferenciada e pela alteração da relação água/cimento real na matriz cimentícia. Os agregados tipo LV apresentaram os melhores resultados para o teor substituição de 66%, mostrando pouca alteração na plasticidade e aumento da resistência, atingindo 45 MPa 28 dias gerando um índice de eficiência de consumo de cimento de 6,8 kg/Mpa/m<sup>3</sup>, sendo mais eficiente que o concreto referência. Pode-se inferir que a redução da relação a/c real na matriz cimentícia, contribui para redução da porosidade na zona de

transição, melhorando uma região que prejudica a resistência, e a durabilidade dos concretos

### **Referências Bibliográficas**

PONTIKES, Y. RATHOSI, C. NIKOLOPOULOS, P. ANGELOPOULOS, G.N. Effect of firing temperature and atmosphere on sintering of ceramics made from Bayer process bauxite residue. *Ceramics International*, 35, 401-407 (2009).

ROSSI, C; RAMOS, A.; MACÊDO, Alcebíades Negrão; OLIVEIRA, D. R. C. Estudo Experimental das Propriedades Físicas e Mecânicas de Agregados para a Construção Civil Produzidos a partir de Lama Vermelha. In: 50 Congresso Brasileiro do Concreto - IBRACON, Salvador, Brasil (2008)

## CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE DUAS ESPÉCIES DE MADEIRA COMERCIALIZADAS NA REGIÃO SUL CATARINENSE

COLARES, F. S., MICHELS, M. P., CAETANO, R. P., SILVA, B. V.

*fabiocolares\_eng.civil@yahoo.com.br, m.p.michels@hotmail.com, rafael\_caetano@live.com, dovaesilva@unesc.net*

*Palavras-chave: Madeira; Caracterização mecânica; Pinus; Angelim*

### Introdução

A madeira por ser um material orgânico demonstra sua heterogeneidade podendo ter uma grande variação de comportamentos mecânicos dentro de uma mesma espécie, o que instiga os pesquisadores a buscarem parâmetros que possibilitem a caracterização das espécies utilizadas em determinadas regiões, sendo que, os resultados obtidos auxiliam no dimensionamento estrutural, tornando os dados utilizados mais precisos e coerentes com os valores reais das espécies.

Sendo notória a importância desses parâmetros esta pesquisa tem como objetivo caracterizar duas espécies de madeiras (Angelim e Pinus) muito utilizadas na região de Criciúma, embasada nos testes de compressão axial paralelo as fibras, flexão paralelo às fibras, módulo de elasticidade paralelo às fibras, densidade aparente, densidade básica e umidade relativa, descritos pela norma de projetos de estruturas de madeira a ABNT NBR 7190:1997.

### Metodologia

Foram selecionados seis corpos-de-prova para cada ensaio realizado, exceto o ensaio de módulo de elasticidade que foram ensaiados três corpos-de-prova. Todos os corpos-de-prova retirados de forma aleatória de vigas com seções transversais não maiores que (10x15 cm) e menores que 3 metros de comprimento. Nos ensaios de compressão axial paralelo às fibras, foram primeiramente rompidos três corpos-de-prova e obtido a média, em seguida realizou-se o ensaio de módulo de elasticidade adotando a deformação específica entre os valores de 10% e 50% da carga média de ruptura obtida no ensaio de compressão. Após a realização do ensaio de módulo foram rompidos estes três corpos-de-prova através do ensaio de compressão axial obtendo o valor característico das espécies estudadas. Vale ressaltar que o ensaio de módulo foi realizado em ciclos de 30 segundos como prevê a norma.

Para o ensaio de flexão foram ensaiados quatro corpos-de-prova em umidade ambiente e dois corpos-de-prova serão ensaiados saturados, pois esta condição considera a pior situação para a madeira, pois a água gera tensões internas.

A determinação da densidade aparente foi utilizada os corpos-de-prova em umidade natural, determinando o peso e as dimensões específicas para o volume, e os mesmos foram colocados na estufa para determinação da massa seca e umidade. Para a determinação da densidade básica, os corpos-de-prova foram submersos em água até sua saturação, para se obter o volume saturado, e após este procedimento colocados em estufa para obter a massa seca.

### Resultados e Discussão

As duas espécies atente as especificações da normalização, sendo que o Pinus na compressão paralela às fibras conseguiu superar o concreto de Classe-25MPa, que é o padrão em resistência mais utilizado na região. Já o Angelim quase triplicou esse valor sendo considerada de alta resistência. Na flexão o Angelim obteve uma resistência elevada, mostrando sua eficiência no combate aos esforços de tração, pois mesmo após atingir seu ápice de carregamento e perder seção ele continua resistindo uma carga considerável, o que não ocorre com o Pinus, pois ele possui uma resistência à tração muito menor e quando chega ao seu limite máximo de carga, ocorre uma ruptura brusca. O Pinus saturado dobra ao seu peso natural. A secagem após a saturação cria algumas fissuras na madeira, principalmente no Angelim. O Pinus absorve mais água que o Angelim sendo este mais denso.

### Conclusão

Observou-se que as propriedades da madeira apresenta variabilidade nas características mecânicas, deste modo sempre são necessários os ensaios previstos na NBR 7190 para a caracterização das espécies de acordo com a

região, pois seu comportamento é alterado pelas ações climáticas tais como temperatura, tipo de solo, quantidade de chuva. Por isso houve variações nos resultados dos entre grupos dos ensaios.

### **Referências Bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira: referência – elaboração. Rio de Janeiro, 1997.

DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da densidade aparente, SCIETIA FORESTALS, n. 65, p. 102-113, 2004.

## Poster - Pesquisa

## Engenharia Civil

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS PROPRIEDADES DE CONCRETOS CONVENCIONAIS E DE ALTA RESISTÊNCIA COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR CINZA DA CASCA DE ARROZ****SOUZA, F. B., RAMOS NETTO, A. L., SILVA, B. V., SILVA, D. S.***felipebasquiroto@gmail.com, alceunetto@gmail.com, dbvalesilva@unesc.net, dss.engcivil@gmail.com**Palavras-chave: Concreto, Cinza da Casca de Arroz, Pozolana***Introdução**

A Cinza de Casca de Arroz (CCA) é um resíduo agroindustrial decorrente do processo da queima da casca de arroz, que devido a seu alto poder calorífico, constitui em uma fonte alternativa para a produção de energia, sendo amplamente utilizada no parque industrial para secagem e parboilização dos grãos na própria indústria de beneficiamento.

Cada tonelada de arroz colhido gera aproximadamente 40 kg de uma cinza leve e volumosa (DELLA, et al, 2005), fazendo deste um processo com uma enorme quantidade de matéria acumulada comumente descartada de forma inadequada, ocasionando graves problemas ambientais.

Devido a essa grande disponibilidade de CCA providas da agroindústria, diversos estudos foram desenvolvidos sobre sua aplicação como material pozolânico na preparação de concretos, sendo as pozolanas materiais silicosos que, quando finamente divididos e na presença da água, reagem com o hidróxido de cálcio para formar compostos com propriedades aglomerantes.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo fazer uma análise geral das propriedades físicas e químicas de uma CCA comercial e avaliar as propriedades mecânicas de concretos (C30 e C65) produzidos com substituição parcial em massa do cimento Portland (CP IV) pela CCA em diferentes teores (0%, 10%, 15%, 20%), nas idades de 7 e 28 dias.

**Metodologia**

Com o objetivo de avaliar os pré-requisitos de desempenho da CCA, foram realizados ensaios de caracterização do material, como a DRX, para avaliação da estrutura da CCA, Perda ao Fogo segundo a NBR 5743:1989 classificando o teor de

carbono residual, massa específica, granulometria a laser e composição química.

Para avaliar a pozolanicidade da CCA, foram moldados dois tipos de argamassas, sendo que o primeiro tipo continha somente o cimento como material aglomerante, e o segundo composto com a substituição parcial do cimento em 35% de seu volume pelo material pozolânico, em conformidade com os procedimentos da NBR 5272:2012.

Foram concretados e curados de acordo com a NBR 5738:2003 dois traços de concreto, com os quatro teores de substituição do cimento pela CCA, e para a avaliação da propriedades mecânicas desses concretos executou-se ensaios de compressão (NBR 5739:2007) aos 7 dias, e compressão, módulo de elasticidade (NBR 8522:2008) e compressão diametral (NBR 7222:2011) aos 28 dias.

**Resultados e Discussão**

O ensaio de DRX revelou a presença de sílica cristalina na CCA, sob a forma de cristobalita, indicando a exposição a temperaturas mais altas e tempos maiores durante a combustão (POUEY, 2006). Em relação à química, a CCA tem como principal composto a sílica, constituindo mais de 80% de sua composição e um alta perda ao fogo: 7,87%, estando em similaridade com outras CCAs da literatura.

Em relação aos concretos, os CPs com substituição parcial pela CCA apresentaram resistência à compressão superiores ao concretos de referência, estes resultados correlacionados com o ensaio de atividade pozolanica, que mostrou a CCA como reativa. Os resultados de módulo e compressão diametral se mostraram equivalentes entre os concretos ensaiados.

**Conclusão**

Conforme os resultados obtidos pelos ensaios realizados, a CCA utilizada neste trabalho se mostra um material viável para a substituição parcial do cimento Portland, para as classes de concretos testadas.

### **Referências Bibliográficas**

BEZERRA, I.M.T. et al. Aplicação da cinza da casca do arroz em argamassas de assentamento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.6, p.639–645, 2011.

CORDEIRO, G.C. et al. Influência da substituição parcial de cimento por cinza ultrafina da casca de arroz com elevado teor de carbono nas propriedades do concreto. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 99-107, out./dez. 2009.

DELLA, V. P. et al; Reciclagem de Resíduos Agro-Industriais: Cinza de Casca de Arroz como Fonte Alternativa de Sílica. Cerâmica Industrial, 10 (2) Março/Abril, 2005.

TASHIMA, M. M. et al. Reaproveitamento da cinza de casca de arroz na construção civil. HOLOS Environment, v.11 n.1, P. 81-89, 2011.

POUEY, M. T. F. Beneficiamento da cinza de casca de arroz residual com vistas à produção de cimento composto e/ou pozolânico. 345 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

### **Fonte Financiadora**

PIC 170