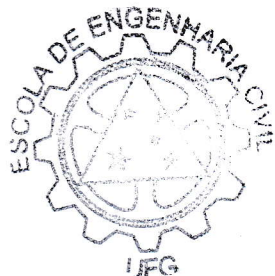
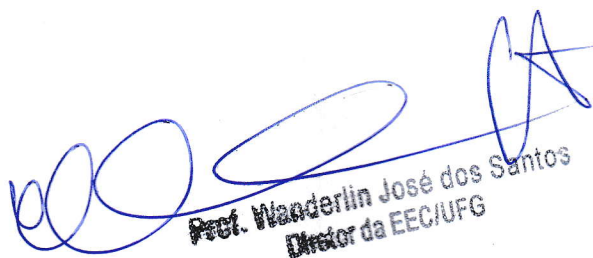


UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS




Prof. Wanderlin José dos Santos
Diretor da EEC/UFG

12º CONCURSO TÉCNICO IBRACON

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
UFG



47º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO
02 a 07 de setembro de 2005 – Olinda - PE

Objetivos

A equipe tem por objetivo principal representar a Universidade Federal de Goiás nas duas modalidades do 12º Concurso Técnico do IBRACON:

- ✓ **APO (Aparato De Proteção Ao Ovo).**
- ✓ **CONCREBOL.**

Os Concursos serão realizados no 47º Congresso do Instituto Brasileiro do Concreto, Olinda – PE.

Para tanto, estão sendo desenvolvidos estudos nos laboratórios da Escola de Engenharia Civil da UFG com foco em **Tecnologia de Concreto de Alto Desempenho**.

Para o Concurso do APO, objetiva-se a elaboração do projeto e a construção de um **Pórtico de Concreto Armado** de Alta Resistência capaz de resistir a uma série de cargas de impacto previstas no regulamento do concurso.

Para o Concurso do CONCREBOL construir-se-á uma **Esfera de Concreto Simples**, com dimensões pré-estabelecidas, que apresente a maior resistência do concreto e seja capaz de rolar em trajetória retilínea.

Cabe ressaltar a importância dessa pesquisa, que ultrapassa os limites de uma competição, contribuindo de forma significativa na formação acadêmica dos participantes.

Resultados Anteriores

- ✓ **1º LUGAR:** Concurso Carlos Campos – Resistência à Compressão de Concreto
 - Resistência Alcançada: 260 Mpa (Recorde Nacional).
 - Divulgação na Revista do IBRACON (junho, 2004)
- ✓ **3º LUGAR:** Concurso CONCREBOL 2004
 - Apesar da colocação, a bola da UFG apresentou a maior resistência, recebendo menção honrosa por este fato.
- ✓ **4º LUGAR:** Concurso APO 2004
 - Único pórtico a permanecer intacto.

Orientadores

Prof. Dr. Oswaldo Cascudo.

Profª. Dr. Helena Carasek.

Prof. Dr. Daniel de Lima.

Profª. Dr. Silvia Regina de Almeida

Parcerias

Para que seja possível concretizar os objetivos propostos são necessárias parcerias com empresas ligadas às áreas de concreto e aço para aquisição dos materiais empregados na confecção dos aparatos e viabilização de mão-de-obra específica, bem como para cobrir os custos com viagem e hospedagem dos integrantes do grupo durante o referido Congresso.

Como forma de retorno, procuraremos divulgar as empresas colaboradoras num **Seminário** sobre “**Inovações e Recentes Avanços em Tecnologia de Concreto**”, a ser realizado na Escola de Engenharia Civil, no dia 19 de agosto de 2005, sob organização do Prof. Dr. Oswaldo Cascudo.

Além disso, serão confeccionadas **faixas e camisetas com a logomarca da Empresa**, as quais serão usadas em todos os dias no Congresso por mais de **50 alunos e professores** que irão representar a UFG.

Cabe salientar que os Congressos do IBRACON reúnem mais de 1000 profissionais, empresas e estudantes da área de Engenharia, de todo território nacional e também muitos outros do exterior.

Estudo em Laboratório de Concretos Contendo Agregados com Sulfetos

Laboratory Study of Concretes Containing Sulfate Aggregates

Hasparyk, Nicole Pagan, MSc.(1); Gomides, Maria de Jesus, MSc. (1);
Andrade, Moacir A. Souza, MS.c. (1); SILVA, Heloísa Helena A. B. (2); Carasek, Helena, Dra. (3)

(1) Engenheiros civis, Laboratório de Concreto, Departamento de Apoio e Controle Técnico – Furnas Centrais Elétricas S.A.

(2) Geóloga, Laboratório de Solos, Departamento de Apoio e Controle Técnico – Furnas Centrais Elétricas S.A.

(3) Professora Doutora, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

Furnas Centrais Elétricas S.A.
Caixa Postal 457, Centro – Goiânia/GO – CEP 74001-970
email: concreto@furnas.com.br

Resumo

O trabalho proposto apresenta um estudo experimental, realizado nos laboratórios de Furnas Centrais Elétricas S.A., com o objetivo de avaliar a alteração dos sulfetos presentes em agregados, quando utilizados em concretos confeccionados com três tipos de cimento: um cimento Portland composto (CP II-F-32) e dois cimentos Portland compostos (CP II-F-32) com substituição por escória de alto-forno moída nos teores de 40% e 60%. Para cada um destes cimentos foram moldados corpos-de-prova de concreto, cilíndricos e prismáticos, sendo estes estocados em câmara úmida até a idade de 1 ½ ano. Nos corpos-de-prova prismáticos, foi realizado o acompanhamento das variações lineares ao longo do tempo, juntamente com inspeções visuais. Já nos corpos-de-prova cilíndricos de concreto foram determinadas, em várias idades, as propriedades mecânicas e elásticas dos concretos além de serem realizadas análises microestruturais. Como resultados principais deste trabalho, o estudo mostrou que os agregados contendo sulfetos sofreram alteração desencadeando a formação de produtos expansivos causadores de variações lineares nos concretos estudados, sendo observado um comportamento diferenciado entre os três tipos de cimento estudado, além de algumas alterações nas propriedades destes concretos, ao longo do ataque.

Palavras-Chave: agregados – sulfetos – sulfatos – concreto – deterioração – expansões – difração – microscopia.

1 Introdução

Agregados provenientes de maciços rochosos contendo sulfetos em suas composições mineralógicas podem se tornar uma fonte interna de íons sulfato, de acordo com CHINCHÓN et al. (1995) e VÁZQUEZ (1999). Sabe-se que a presença de íons sulfato na solução dos poros do concreto pode propiciar o desenvolvimento de reações químicas entre esses íons agressivos (liberados pela alteração dos sulfetos) e os compostos da pasta de cimento, as quais podem resultar na formação de produtos expansivos, típicos do ataque por sulfatos, etringita e gipsita (AYORA et al., 1998; CASANOVA et al., 1998).

Diversas e diferentes estruturas de concreto (barragens, pontes, colégios e residências) foram deterioradas ou estão em processo de deterioração em consequência da alteração

DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS DE TORÇÃO EM PONTES CURVAS DE SEÇÃO CELULAR POR PROCESSOS SIMPLIFICADOS

Evaluation of torsion efforts in cellular section of curved bridges using simplified methods

Magid Elie Khouri (1); Daniel de Lima Araújo (2)

(1) Professor Doutor, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás
e-mail: magidek@eec.ufg.br

(2) Professor Doutor, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás
e-mail: dlaraujo@eec.ufg.br

Endereço para correspondência:

Escola de Engenharia Civil - UFG, Praça Universitário, s/n, Setor Universitário, 74605-220, Goiânia, Goiás

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo a formulação de um procedimento aproximado para a obtenção dos esforços de torção em pontes de seção celular com eixo curvo em planta. Embora se tenha, atualmente, alcançado uma abordagem mais genérica na análise estrutural, através dos métodos computacionais, os métodos aproximados, mais rápidos e com menor massa de dados de resultados para a análise estrutural, são extremamente úteis em quase todas as etapas do projeto da estrutura. Na primeira parte do trabalho é apresentada uma formulação do problema, usando a viga reta com o seu eixo retificado. Na segunda parte, os resultados do método aproximado são comparados com métodos analíticos, tendo em vista a validação do procedimento e os ajustes necessários em função do grau da curvatura horizontal da estrutura. Vigas celulares de pontes, simplesmente apoiadas e contínuas com curvatura simples, são analisadas.

Palavras-chaves: vigas curvas, torção, viga análoga, pontes.

Abstract

The objective of this paper is shown the formulation of an approximate procedure to obtain the torsion efforts in bridges with cellular section and curved axis in plant. Although it was actually used a more generic approach in the structural analysis, by the computational methods, the approximate methods, faster and with little data of results for the structural analysis, is still useful in almost all stages of the project of the structure. In the first part of the paper the formulation of problem is presented, using the straight beam with your rectified axis. In the second part, the results of the approximate method are compared with analytical methods to validation of the approximate procedure and to fit the necessary adjusts in function of the horizontal curvature degree of the structure. Bridges with simply supported and continuous cellular beams with simple curvature are analyzed.

Keywords: curved beams, torsion, similar beams, bridges.

AVALIAÇÃO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES EM PAVIMENTOS DE EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS CLÁSSICOS, ANALOGIA DE GRELHA E O MEF

EVALUATION OF THE INTERNAL FORCES IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS FLOORS: COMPARISON BETWEEN CLASSICAL METHODS, GRILLAGE ANALOGY AND FEM

Ademir Aparecido do Prado (1); Daniel de Lima Araújo (2); Marco Antônio Duarte (3)

(1) *Professor Doutor, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás*
email: aprado@eec.ufg.br

(2) *Professor Doutor, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás*
email: dlaraujo@eec.ufg.br

(3) *M.Sc., Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás*

*Escola de Engenharia Civil da UFG, Praça Universitária, s/n, Setor Universitário
CEP: 74605-220 Goiânia-GO*

Resumo

Os subsistemas horizontais de edifícios em concreto armado, também chamados pavimentos de edifícios, são constituídos de lajes e vigas, tendo como apoios os pilares. Nos métodos tradicionais de análise de pavimentos, as vigas são consideradas indeslocáveis na direção vertical e, portanto, as lajes são analisadas de forma isolada com os esforços e deslocamentos calculados pelos seguintes métodos: Processo das Grelhas, Método de Marcus, Tabelas de Czerny. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo comparativo entre estes métodos simplificados e os métodos numéricos, que são mais gerais, com o pavimento podendo ser analisado de forma integrada considerando a deformação conjunta das vigas e das lajes. O material concreto armado foi considerado com comportamento elástico e linear e o carregamento uniformemente distribuído. Foi feita uma análise de lajes retangulares isoladas para todas as possíveis condições de contorno e relações entre os lados variando de 1 a 2. Os métodos numéricos utilizados foram o Método dos Elementos Finitos e o Método da Analogia de Grelha. Para as análises numéricas foi utilizado o programa SAP 2000®.

Palavras chave: Pavimentos de Edifícios, Analogia de Grelha, Método dos Elementos Finitos.

Abstract

The horizontal subsystems of buildings, also known as "floors", consist of concrete slabs and beams supported by columns. In traditional methods of floor analysis, beams are considered vertically unmovable and slabs are analyzed separately. The internal forces and displacements are obtained from the following methods: Grillage, Marcus and Czerny. The aim of this paper is to show a comparative study between simplified methods and numerical methods, which are more general. The floor was integrally analyzed and the displacement of slabs and beams considered in unison. The reinforced concrete was considered elastic and linear and the load was uniformly distributed. An analysis of isolated rectangular slabs using all possible boundary conditions and sides ratio varying from 1 to 2 was conducted. The numerical methods used were the Finite Elements Method and the Grillage Analogy Method. For the numerical analysis, the computer code SAP 2000® was used.

Key words: Building floors, Grillage Analogy, Finite Elements Method.

Otimização de viga de concreto armado: minimização do peso e maximização da carga

OPTIMIZATION OF A REINFORCED CONCRETE BEAM: WEIGHT MINIMIZATION AND LOAD MAXIMIZATION

Ana Bárbara Alves Caixeta (1); Sylvia Regina Mesquita de Almeida (2)

(1) Acadêmica de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás
e-mail: abarbara.caixeta@bol.com.br

(2) Professora Doutora, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás
email: sylvia@eec.ufg.br

Praça Universitária, s/n, Escola de Engenharia Civil da UFG, Bloco A, 1º andar, St. Universitário,
Goiânia / GO, CEP: 74605-220
Fones: (62) 209-6084 / (62) 521-1863 / (62) 209-6098

Resumo

Técnicas de otimização têm sido empregadas com sucesso para solução de vários problemas de engenharia estrutural, propiciando a obtenção de uma solução não só adequada como ótima. Contudo, essas técnicas ainda não foram incorporadas pelo mercado principalmente devido à complexidade dos métodos empregados na otimização. Este trabalho propõe o uso de ferramentas computacionais comerciais para a otimização para a otimização de vigas de concreto armado, atendendo aos critérios de dimensionamento da normalização brasileira. Formula-se o problema de dimensionamento de duas vigas de concreto armado, obtendo-se a armadura de flexão, a armadura de cisalhamento e as dimensões de viga que fornecem a maior carga a ser aplicada e o menor peso total da estrutura, simultaneamente. O problema foi resolvido por aluna do curso de graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Goiás, mostrando como os conceitos de otimização podem ser facilmente introduzidos no ensino de graduação em engenharia civil.

Palavras-Chave: Otimização; concreto armado;

Abstract

Optimization techniques can be applied to solve many engineering problems, helping engineers to obtain not just a feasible solution but also the optimal one. The computational methods used in the optimization process are not simple and the necessity to study these methods to apply the techniques well turns the work harder. Maybe, that's the main reason to the fact that these techniques have not been yet incorporated in the structural design practice. This paper proposes to use of commercial soft wares to optimize reinforced concrete beams, attending to the conditions established in the code. The problem is formulated so as to allow the designer to obtain the reinforcement and the dimensions of the cross section that lead simultaneously to the highest load and the minimum weight of the structure. The problem was solved by a undergraduate civil engineering student. This paper shows how the optimization concepts can be easily introduced to under-graduate students.

Keywords: Optimization; Reinforced Concrete;

TRAÇOS DE ARGAMASSA PARA PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS CONTENDO VERMICULITA EXPANDIDA: PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS

MORTAR MIXTURE WITH EXPANDED VERMICULITE FOR PRECAST PANELS: MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES.

Tenório, Helen Oliveira (1); Araújo, Daniel de Lima (2); Campos, Helem Sinara Viana (3);
Bittencourt, Reynaldo Machado (4).

(1) Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

E-mail: helentenory@yahoo.com

(2) Professor Doutor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

E-mail: dlaraujo@eec.ufg.br

(3) Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

E-mail: helemsinara@bol.com.br

(4) Engenheiro Civil, Furnas Centrais Elétricas.

E-mail: rmbite@furnas.com.br

Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Praça Universitária, s/n, Setor Universitário,
Goiânia – Goiás – 74605-220

Resumo

O objetivo deste trabalho é o estudo de traços de argamassa contendo na sua composição Vermiculita Expandida que possam ser utilizados no preenchimento de painéis pré-moldados tipo sanduíche. Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia própria para o cálculo de traços com Vermiculita Expandida de granulometria super fina, na qual se parte de uma mistura com 100% de Vermiculita Expandida e, a partir desta mistura, são feitas substituições da Vermiculita Expandida por areia, em volume. Determinou-se uma massa específica efetiva para a Vermiculita Expandida que pode ser empregada no cálculo de traços, em massa, de argamassas. Essa massa específica efetiva varia, principalmente, com os teores de cimento e água da mistura. Foram obtidas argamassas com resistência à compressão variando de 2 MPa a 7 MPa, sendo esta resistência tanto menor quanto maior o teor de Vermiculita Expandida presente na mistura. A substituição de areia por Vermiculita Expandida reduziu em mais de 50% a condutividade térmica das argamassas e diminuiu sua massa específica para um terço da massa específica de uma argamassa convencional. Portanto, o seu emprego como material de enchimento em painéis sanduíche possibilita a redução do peso e um maior isolamento térmico dos painéis pré-moldados.

Palavras-Chave: Vermiculita Expandida; argamassa leve; painéis pré-moldados.

Abstract

This paper aims at studying the mixture of Expanded Vermiculite mortar that can be used as insulating material in the core of structural precast concrete sandwich panels. A methodology to obtain a mixture with fine grade of Expanded Vermiculite was based on the development of a mixture with 100% of Expanded Vermiculite which is then gradually replaced by sand in volume. An effective specific density for the Expanded Vermiculite was obtained and it can be used in the design by weight of mortar mixtures. The compression strength of the mortars ranges from 2 MPa to 7 MPa, and the strength decreases as the amount of the Expanded Vermiculite in the mixture increases. The replacement of sand by Expanded Vermiculite reduced more than 50% the thermal conductivity of the mortars and diminished the specific density to a third part of the specific density of conventional mortar. Therefore, the use of this mortar as core in sandwich panels reduces the weight and increases the thermal insulation of structural precast panels.

Keywords: precast concrete panels, light weight mortar, Expanded Vermiculite.

TRAÇOS DE CONCRETO PARA PAINÉIS PRÉ-MOLDADOS CONTENDO VERMICULITA EXPANDIDA: PROPRIEDADES MECÂNICAS

CONCRETE MIXTURE FOR PRECAST PANELS CONTAINING EXPANDED VERMICULITE: MECHANICAL PROPERTIES.

Tenório, Helen Oliveira (1); Araújo, Daniel de Lima (2); Campos, Helem Sinara Viana (3); Bittencourt, Reynaldo Machado (4).

(1) Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

E-mail: helentenory@yahoo.com

(2) Professor Doutor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

E-mail: dlaraujo@eec.ufg.br

(3) Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

E-mail: helemsinara@bol.com.br

(4) Engenheiro Civil, Furnas Centrais Elétricas.

E-mail: rmbite@furnas.com.br

Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. Praça Universitária, s/n, Setor Universitário, Goiânia – Goiás – 74605-220

Resumo

O objetivo deste trabalho é o estudo de traços de concreto contendo na sua composição Vermiculita Expandida que possam ser utilizados na fabricação de painéis pré-moldados tipo sanduíche. Para tanto, foi empregada uma metodologia para o cálculo de traços com Vermiculita Expandida de granulometria super fina, na qual se parte de uma mistura com 100% de Vermiculita Expandida e, a partir desta mistura, são feitas substituições da Vermiculita Expandida por areia, em volume. Determinou-se uma massa específica efetiva para a Vermiculita Expandida que pode ser empregada no cálculo de traços, em peso, de concretos. Observou-se pequena redução da massa específica do concreto acompanhada de mais de 50% de redução na sua resistência à compressão. Isto se deve, principalmente, pelo alto teor de água na mistura exigido pela presença da Vermiculita Expandida e devido à compactação da mesma pelo agregado graúdo durante o processo de mistura.

Palavras-chave: Vermiculita Expandida; concreto leve; painéis pré-moldados.

Abstract

The main objective of this work is the obtain of a concrete mixtures containing Expanded Vermiculite that can be used as a solid concrete in precast concrete sandwich panel. Thus, a methodology was developed to calculation of mixtures with Expanded Vermiculite of fine grade, in that start of a mixture with 100% of Expanded Vermiculite and it is made substitution of Expanded Vermiculite by sand in volume. It was determined an effective density for the Expanded Vermiculite that can be used in the calculation of concrete mixtures by weight. It was also observed a small reduction of the density of the concrete and more than 50% of reduction in the compressive strength. This is due, mainly, for the high quantity of water in the mixture demanded by the presence of Expanded Vermiculite and due to compact the Vermiculite for the coarse aggregate during the mixture process.

keywords: precast concrete, lightweight concrete, Expanded Vermiculite.

MODELAGEM NUMÉRICA NÃO-LINEAR DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO

NONLINEAR FINITE ELEMENT ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE BEAMS

Luciano Caetano do Carmo (1); Daniel de Lima Araújo (2); Ademir Aparecido do Prado (3)

(1) Eng^o Civil, Ms.C., Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
e-mail: engluccarmo@cultura.com.br

(2) Professor Doutor, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
e-mail: dlaraujo@eec.ufg.br

(3) Professor Doutor, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
e-mail: aprado@eec.ufg.br

Endereço para correspondência:

Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil.
Praça Universitário, s/n, Setor Universitário, 74605-220, Goiânia, Goiás.

Resumo

Neste trabalho são realizadas modelagens numéricas de vigas de concreto armado convencional e de alta resistência. As modelagens são realizadas utilizando o programa comercial de elementos finitos ANSYS 6.1[®]. O objetivo é verificar a adequação deste programa na representação do comportamento de vigas de concreto armado. A influência do tamanho da malha é considerada no processo de convergência da modelagem. Foram utilizadas duas metodologias distintas para a determinação do ângulo de atrito interno e da coesão no modelo de Drucker-Prager. Mesmo encontrando valores distintos para o ângulo de atrito interno e para a coesão, os resultados numéricos se mostraram próximos. Os resultados obtidos das modelagens são apresentados, comentados e comparados com dados experimentais de vigas de concreto armado convencional e de vigas de concreto de alta resistência. Durante a validação observou-se que o programa não consegue acompanhar o efeito de amolecimento do concreto devido à definição de um modelo elastoplástico para o mesmo. Apesar desse comportamento, observa-se que a definição de deformações limites para o concreto e para o aço permite uma adequada representação do comportamento à flexão das vigas de concreto armado. Isto pode ser evidenciado pela boa aproximação observada entre os índices de ductilidade global experimental e numérico.

Palavras-Chave: concreto armado, modelagem numérica, análise não-linear, ductilidade.

Abstract

This paper shows the results of finite element analysis of reinforced concrete beams made with normal concrete and high-strength concrete. The analyses are carried out using the computer code ANSYS 6.1[®]. The aim is to verify the ability of this computer code to represent the bending behavior of reinforced concrete beams. The influence of mesh size is considered in the finite element analysis. Two different methodologies were used to determine the angle of internal friction and cohesion in Drucker-Prager's model. Despite the different values for the angle of internal friction and cohesion the results changed little. Numerical results are presented, commented and compared with experimental results of reinforced concrete beams with normal and high-strength concrete. It was observed from this comparison that the computer code does not represent the compression softening of the concrete due to the use of an elastoplastic model for it. However, if an adequate limit to concrete and steel strains is defined, a good correlation between numerical and experimental results is observed. This can be evidenced by the good correlation observed in the global ductility rates obtained from experimental and finite element analysis.

Keywords: reinforced concrete, numerical modeling; nonlinear analysis, ductility.

Análise das Variações da Microestrutura do Concreto de Cobrimento por meio de Microsonda Eletrônica

Analysis of Microstructure Changes in the Concrete Cover by Using an Electron Microprobe

Helena Carasek (1), Alexandra Bertron (2), Oswaldo Cascudo (1), Alexandre de Castro (4), Jean-Pierre Ollivier (5)

(1) Professores doutores, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. e-mail: hcarasek@eec.ufg.br; ocascudo@eec.ufg.br

(2) Professora doutora, Université Paul Sabatier – UPS, Toulouse, França. e-mail: alexandra.bertron@insa-toulouse.fr

(3) Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia, Departamento de Apoio e Controle Técnico de Fumas Centrais Elétricas S.A. e-mail: concreto@fumas.com.br

(4) Professor doutor, Laboratoire Materiaux et Durabilité des Constructions – LMDC – Toulouse, França. e-mail: ollivier@insa-tlse.fr

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar a metodologia e os resultados iniciais de uma pesquisa realizada no *Laboratoire Materiaux et Durabilité des Constructions* – LMDC – Toulouse, França, visando estudar as alterações microestruturais da camada de cobrimento, comparando-as com o interior do concreto. Para tanto, inicialmente, foram moldados protótipos de viga visando reproduzir a situação real do concreto em obra e desses foram extraídos cilindros na lateral da viga, os quais foram posteriormente transformados em pequenas amostras para então serem analisadas por meio de uma microsonda eletrônica. A análise foi realizada ao longo do perfil do cobrimento, desde a superfície até uma profundidade de 8 cm, apresentando-se neste artigo os resultados da avaliação em um concreto de relação água/cimento 0,40, sem a incorporação de adições minerais. Como principais resultados, foi possível observar alterações significativas da microestrutura ao longo da camada de cobrimento. Estas alterações podem ser atribuídas ao efeito parede, formado próximo à região de contato com a fôrma, bem como à carbonatação do concreto.

Palavras-chave: concreto, cobrimento, efeito-parede, microestrutura, microsonda eletrônica.

Abstract

This work has as purpose to present the methodology and the initial results of a research carried out in the *Laboratoire des Materiaux et Durabilité des Constructions* – LMDC, in Toulouse, France, aiming to study the microstructure changes in cover layer by comparing it to the inner concrete. Initially, beams prototypes were cast aiming to reproduce construction-site conditions; from them, cylindrical test specimens were extracted so that small samples could be prepared to be analyzed in an electron microprobe. The study presented in this paper was developed employing a concrete of water-cement ratio equal to 0.40, without using mineral additions, and the analysis was carried out along the concrete cover profile, since the surface until a depth of 8 cm. As main results, it was possible to observe significant changes in the microstructure along the cover layer. These changes can be attributed to the wall effect, which happens close to contact region with the forms, as well as to the concrete carbonation.

Keywords: concrete, cover, wall effect, microstructure, electron microprobe.

MODELAGEM NUMÉRICA NÃO-LINEAR DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO.

Luciano Caetano do Carmo: Engenheiro Civil, aluno do Curso de Mestrado em Engenharia Civil da EEC/UFG.

Daniel de Lima Araújo: Professor adjunto da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – E-mail: dlaraujo@eec.ufg.br

Ademir Aparecido do Prado: Professor adjunto da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás – E-mail: dlaraujo@eec.ufg.br

RESUMO

Neste trabalho, são realizadas modelagens numéricas de vigas de concreto armado, confeccionadas com concreto convencional e concreto de alto desempenho (CAD). É analisado apenas o comportamento a flexão das vigas, não sendo estudado seu comportamento ao cisalhamento. A principal vantagem da modelagem numérica é a possibilidade do estudo de diversas variáveis em uma estrutura a um custo menor que o de ensaios em laboratório. Neste trabalho, as modelagens são realizadas utilizando o programa comercial de elementos finitos ANSYS 6.1[®]. O objetivo é verificar a possibilidade da utilização deste programa na representação do comportamento de vigas de concreto armado. São empregados elementos finitos tridimensionais isoparamétricos, e o comportamento do concreto é representado através de um modelo reológico de ruptura associado ao modelo elastoplástico de Drucker Prager. Observa-se que a utilização de um modelo baseado apenas no critério de ruptura é muitas vezes cercado de problemas de convergência. O aço é considerado com comportamento elastoplástico perfeito. A influência do tamanho da malha é considerada no processo de convergência da modelagem, sendo que as malhas refinadas geram problemas de convergência nas vigas superarmadas. Em vigas subarmadas não se observa influência da malha nos resultados. Foram utilizadas duas metodologias distintas para a determinação do ângulo de atrito e da coesão no modelo de Drucker Prager. Mesmo encontrando valores distintos para o ângulo de atrito e para a coesão, os resultados numéricos se mostraram próximos. Os resultados obtidos das modelagens são apresentados, comentados e comparados com dados experimentais de vigas