Pesquisa inédita da FEC e do CT resulta em produto que será utilizado em obra de 12.800 metros

Unicamp apresenta nova viga de concreto para linha do Metrô

JEVERSON BARBIERI
jeverson@unicamp.br

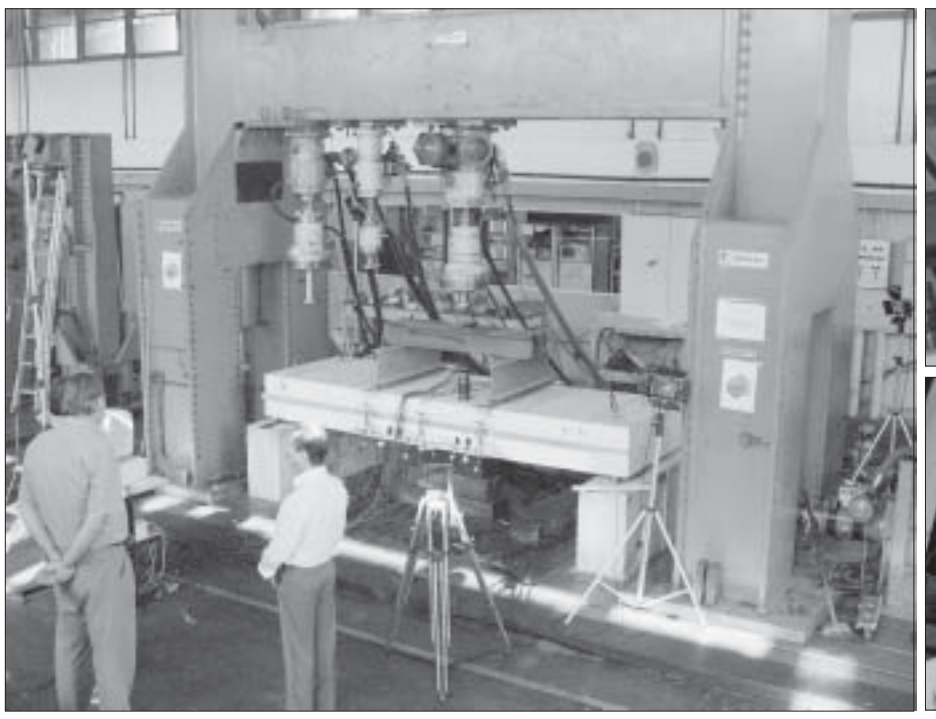
Pesquisa realizada pelo Laboratório de Estruturas e Matérias (LEM) da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) e o Centro de Tecnologia (CT), ambos da Unicamp, resultou na definição de um novo traço de concreto que será utilizado na construção de anéis pré-moldados para revestimento do túnel da Linha 4 Amarela do Metrô de São Paulo. Segundo o coordenador da pesquisa, Newton de Oliveira Pinto Júnior, da FEC, trata-se de um trabalho inédito na área. "Essa pesquisa teve início em 2003 e resultou na contratação dos serviços da universidade pelo Consórcio Via Amarela, formado por seis grandes empreiteiras brasileiras", afirma. Foram realizados estudos de resistência e processos de durabilidade para uma vida útil de 100 anos do produto. O resultado foi a aprovação, por parte do Metrô, para a utilização desse novo produto.

> Parceria gera trabalhos de iniciação, mestrado e doutorado

O supervisor de obras da Linha 4 Amarela, Jelson Antonio Siqueira, explica que o total da obra compreende 12.800 metros, mais o pátio de manutenção. Essa linha ligará o bairro da Luz ao bairro de Vila Sônia, na Zona Oeste, passando pela região da Consolação, avenida Paulista e Pinheiros. Será implantada em duas etapas: a primeira prevê a construção e inauguração de seis estações: Butantã, Pinheiros, Faria Lima, Paulista, República e Luz; estrutura das estações intermediárias Fradique Coutinho, Oscar Freire e Higienópolis; construção e inauguração do pátio de manutenção Vila Sônia. A segunda prevê o acabamento e a inauguração das estações intermediárias: Fradique Coutinho, Oscar Freire e Higienópolis; construção e inauguração de duas estações – São Paulo-Morumbi e Vila Sônia.

Haverá integração com as linhas 1-Azul, 2-Verde e 3-Vermelha nas estações Luz, Paulista, e República, respectivamente. Desse total, 6.200 metros serão escavados por uma tuneladora Shield com frente balanceada. "Essa é a máquina mais moderna atualmente", explica Jelson. De acordo com ele, enquanto a tuneladora cava o túnel na parte da frente, a sua cauda executa o revestimento definitivo com sete peças de segmento de concreto pré-moldado, com 1,5 metro de comprimento cada uma, formando um anel. A tuneladora tem capacidade de produção diária de 15 a 30 metros e será operacionalizada por uma empresa italiana especializada. O mapeamento de frente do solo será executado por especialistas franceses. Jelson diz também que o Via Amarela e o Metrô estão instalando uma fábrica no canteiro do Jaguaré, em São Paulo, onde serão produzidos os anéis e toda a logística de apoio. "Essa obra é tão grandiosa que duas mil pessoas, entre profissionais, estudantes e comunidade em geral, já solicitaram visitas à obra", assegurou Siqueira.

História – Em junho de 2003 foi formalizada uma parceria entre a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) e as empresas Vulkan do Brasil Ltda/ Divisão Harex (fabricante de fibras de aço), Fitesa S.A. (produtora de fibras sintéticas), MBT Brasil (fabricante de aditivos para concreto) e Holcim (Brasil) S.A. (produtora de cimento), visando analisar a viabilidade da substituição das armaduras convencionais (barras de aço) por fibras, na fabricação de elementos pré-moldados para revestimento de túneis, uma nova tecnologia ainda não introduzida no Brasil para este tipo de obra. O foco principal do estudo era a possível aplicação da tecnologia na Linha 4 do Metrô da Cidade de São Paulo.



À direita, o professor Newton de Oliveira Pinto Júnior, da FEC, e Jelson Antonio Siqueira, supervisor das obras no Metrô: ensaios de resistência do novo material realizados na Unicamp apontam vida útil de 100 anos.

Esta substituição deveria garantir o mesmo nível de segurança para a estrutura, e tinha por finalidades principais eliminar lascamentos das peças durante a fase de execução do túnel, bem como aumentar a durabilidade da estrutura pronta, com a conseqüente redução de custos de manutenção. Durante esta fase de estudos, coordenados por Newton, foram moldadas e ensaiadas peças em escala real no LEM.

Os estudos foram finalizados em dezembro de 2004, concluindo-se pela total viabilidade de emprego desta nova tecnologia. Como conseqüência direta destes estudos pode-se citar os investimentos feitos pelas empresas na melhoria dos equipamentos do Laboratório, por meio de uma nova estrutura de reação com capacidade de carga de 200tf e outros equipamentos para ensaios, com investimentos da ordem de R$ 150 mil, além de resultar em um projeto de iniciação científica e duas dissertações de mestrado, todos já concluídos, uma tese de doutorado em andamento e um artigo publicado em revista científica especializada.

Como fruto também deste estudo, tal solução foi adotada pelo Consórcio Via Amarela, constituído pelas empresas Odebrecht, OAS, Queiroz Galvão, Andrade Gutierrez, Camargo Corrêa e Alstom, responsável pela execução da Linha 4 Amarela do Metrô de São Paulo, consórcio este que é assessorado pela Halcrow Group Limited da Inglaterra. O Consórcio contratou, para desenvolvimento de novos estudos, os serviços do LEM e do CT da Unicamp.

Estes estudos, também coordenados pelo professor Newton de Oliveira Pinto Júnior e assessorados pela equipe técnica do CT, chefiada pelo professor Cláudio Bianor Sverzut, deram subsídios à implantação da fábrica de elementos pré-moldados para a construção da Linha 4 do Metrô, tendo sido realizados estudos de dosagem dos concretos reforçados com fibras e simulações das fases executivas do túnel. Nesta nova etapa de pesquisas foram também efetuados investimentos nas instalações do LEM, como a montagem de uma central de vapor para realizar a cura das peças de concreto, simulando as condições que existirão na fábrica de pré-moldados, além de novos equipamentos que foram incorporados ao Laboratório. Novas pesquisas foram iniciadas, estando em andamento mais duas dissertações de mestrado.

Estudos apontam biocerâmica como boa alternativa para enxertos ósseos

MANUEL ALVES FILHO
manuel@reitoria.unicamp.br

Estudo desenvolvido em conjunto por pesquisadores do Instituto de Biologia (IB) e Instituto de Química (IQ) da Unicamp constatou a eficácia de cerâmica porosa, constituída por fosfato de cálcio, como alternativa aos enxertos ósseos autógenos. Os ensaios realizados *in vitro* e *in vivo* demonstraram que o material é biocompatível e permite a reconstrução óssea em padrões semelhantes aos obtidos por meio do procedimento convencional. "Os resultados são importantes, mas ainda vamos depender de estudos complementares até chegarmos aos testes em humanos", afirma o professor José Ângelo Camilli, do IB, um dos coordenadores da pesquisa.

> Processo gera espuma rígida que pode ser usada no reparo de fraturas

A cerâmica de fosfato de cálcio em questão começou a ser desenvolvida durante um projeto de iniciação científica orientado pelo professor Celso Aparecido Bertran, do IQ. De acordo com ele, esse tipo de material é largamente conhecido pela ciência. Sua aplicação é bastante comum por parte de dentistas, que o utilizam para preenchimento de defeitos ósseos e também para o revestimento de próteses. "A diferença da biocerâmica que produzimos vem do modo como ela é sintetizada e processada para dar origem a corpos cerâmicos porosos. No processo que utilizamos o material plástico obtido na síntese se autotransforma numa espuma rígida, que pode ser empregada no reparo de falhas ósseas", explica.

Os professores José Ângelo Camilli e Celso Aparecido Bertran com Rosane Vieira da Silva: necessidade de estudos complementares até os testes em humanos.

Nos ensaios *in vivo*, que contaram com a participação de Rosane Vieira da Silva, autora de uma tese de doutorado sobre o tema, os pesquisadores lançaram mão de testes em ratos. Inicialmente, os cientistas produziram três falhas nas calotas cranianas dos animais. Uma das falhas recebeu o enxerto autógeno, ou seja, foi preenchida com um pedaço de osso cedido pelo próprio indivíduo. A segunda recebeu a biocerâmica e a terceira não foi alvo de qualquer tratamento. "O que nós pudemos observar foi que o reparo das falhas ocorreu tanto naquelas que tiveram o enxerto autógeno quanto nas que receberam o implante da cerâmica de fosfato de cálcio. Já nas falhas que não receberam qualquer tratamento, a recomposição foi bem menor", afirma o professor Camilli.

Nos testes *in vitro*, os pesquisadores do IB e IQ verificaram que os osteoblastos, que são as células responsáveis pela formação de osso, apresentaram boa interação com a cerâmica, com maior preferência pelas superfícies mais irregulares do material. Tais resultados, conforme os cientistas, abrem perspectiva para que a biocerâmica venha a ser usada no futuro como uma opção aos enxertos autógenos. Uma das vantagens dessa substituição seria a dispensa de uma cirurgia adicional, visto que no procedimento convencional é preciso retirar uma fração óssea do esqueleto do paciente para obtenção do enxerto. "Além disso, o volume de osso autógeno obtido nem sempre é suficiente para preencher toda a falha", adverte o professor Camilli.

Mas até que a cerâmica de fosfato de cálcio seja testada em humanos, lembra o professor Bertran, será preciso empreender novos estudos em torno dela. Embora o material seja biocompatível e favoreça o reparo ósseo, ainda resta saber se ele, quando osseointegrado, oferecerá resistência mecânica adequada à área de enxertia. "Também temos que compreender melhor como se dá a integração do biomaterial com o tecido ósseo, uma vez que esse processo envolve uma série de reações. Em outras palavras, precisamos saber quais fatores governam essa adesão e de que forma a diferenciação celular caminha na direção esperada", esclarece o docente do IQ.

Laserterapia – Ainda dentro da mesma linha de pesquisa, os pesquisadores testaram os efeitos do laser de baixa energia e com emissão na região espectral do vermelho, no reparo de falha óssea tratada com enxerto autógeno. O objetivo era saber se a laserterapia poderia acelerar a incorporação do enxerto ao local de enxertia. De acordo com Rosane Vieira da Silva, a resposta a essa pergunta foi positiva. "De fato, o laser de baixa energia favorece o processo, pois ele contribui para aumentar a microvascularização da área receptora do enxerto, além de estimular a síntese de colágeno. Ademais, ele também interfere positivamente na proliferação e diferenciação celular", afirma.

De acordo com a pesquisadora, os resultados da laserterapia foram melhores nas duas primeiras semanas de ensaios, que é justamente o período em que a atividade celular é mais intensa. Os pesquisadores destacaram que esses estudos não seriam possíveis se não houvesse a cooperação entre diferentes áreas do conhecimento, no caso a biologia e a química. "As abordagens multidisciplinares são uma exigência cada vez mais freqüente nas atividades científicas", dizem, quase em uníssono, os professores Camilli e Bertran. De acordo com eles, a linha de pesquisa gerou ou está gerando perto de uma dezena de teses de doutorado e dissertações de mestrado.