


# SOLUÇÕES

Revista da Silmix, uma área da Camargo Corrêa Cimentos  
nº 10 – Janeiro/Febrero/Março 2005

# SILMIX

DIVULGAÇÃO



## Túneis do metrô de Santiago do Chile consagram tecnologia com sílica ativa

Estação Cerro Blanco, Linha 2 Norte

■ Parceiros comerciais da Cimentos fornecem suporte técnico  
Página 3

■ Silmix e concreto branco Cauê na maior obra de arte pública do Brasil  
Página 6

# A valorização das soluções tecnológicas

Para ser a primeira na mente de quem constrói e garantir a satisfação do cliente, a Camargo Corrêa Cimentos tem como foco o aperfeiçoamento constante da qualidade dos seus produtos e da sua estrutura comercial e de serviços.

Os bons resultados alcançados em 2004 são uma demonstração de que a empresa está no caminho certo, apesar das adversidades que o mercado enfrentou. A participação da marca Cauê manteve-se firme no segmento de cimento cinza e cresceu no de cimento branco e no de concreto. Como parte integrante da estratégia da empresa, a sílica ativa Silmix se beneficiou com um crescimento de 25% no volume total comercializado em relação ao ano anterior. A exportação representou 17% das vendas totais do produto, resultado que registrou um aumento de 350% em relação a 2003.

Isso porque ela está presente não apenas nas grandes obras de infra-estrutura, mas onde as soluções tecnológicas fazem a diferença. Nesta edição do *Soluções Silmix* mostramos dois bons exemplos dessa diversidade: a construção de túneis para o metrô de Santiago, no Chile, e o painel *Epopéia Paulista*, concebido por uma das mais importantes artistas plásticas da atualidade, Maria Bonomi, como comemoração dos 450 anos da cidade de São Paulo.

Com muito orgulho, a Cauê participou desse projeto de arte pública. Graças ao cimento branco e à sílica ativa Silmix, as cores, os detalhes e as linhas são fiéis e encantam os usuários do túnel de acesso das estações Luz e Pinacoteca.



**Soluções SILMIX** – Publicação trimestral da área Silmix, da Camargo Corrêa Cimentos – **Diretor Superintendente:** Juliano de Oliveira. **Diretor Comercial:** Sérgio Bandeira. **Comitê Editorial:** Guilherme Delaroli e Simone Viterbo. **Coordenação:** Sunara Avamilano. **Produção Editorial:** Printec Comunicação. **Editores Executivos:** Vanessa Giacometti de Godoy. **Editora:** Dinaura Landini. **Projeto e Produção Gráfica:** Ricardo Branco. **Revisão:** Chris A. Binato. **Fotolito e Impressão:** WGS. **Correspondência e Contatos:** Av. Gonçalo Madeira, 600 – Jaguaré – São Paulo/SP. CEP: 05348-000. Tel.: (11) 0800-7039003 – Fax: (11) 33718-4270. E-mail: silmix@ccisa.com.br

É permitida a reprodução de textos desta publicação, desde que indicada a procedência e com a autorização do editor.

**0800-7039003**

Para solicitação de visita técnica e de informações, utilize a Central de Atendimento

## Avanços na internacionalização

Em 2004, a área da sílica ativa Silmix conseguiu avançar na meta internacionalização, objetivo estratégico não só da Cimentos, mas do Grupo Camargo Corrêa: a exportação representou 17% das vendas totais do produto, resultado que registrou aumento de 350% em relação a 2003.

O maior volume das operações foi concretizado com as empresas Sika S.A., do Chile, e Química Suiza, do Peru. São empresas voltadas a especialidades químicas para os segmentos de construção e infra-estrutura e mineração.

A sílica ativa Silmix é basicamente utilizada por essas empresas em formulações de concreto projetado, processo que exige alta resistência inicial e é empregado, por exemplo, em revestimento de túneis (*ver reportagem na pág. 4*) e reforço de paredes de minas.

## Museu Iberê Camargo: obra especial com concreto branco

As formas sinuosas concebidas pelo arquiteto português Álvaro Siza para a nova sede do Museu Iberê Camargo, em Porto Alegre (RS), começam a se tornar realidade às margens do rio Guaíba. Depois da etapa da infra-estrutura, as paredes em concreto branco já podem ser avistadas no nível da rua. A previsão é de que, em junho de 2005, a estrutura esteja pronta para receber a cobertura.

Cerca de 3 mil metros cúbicos de concreto branco, fabricado com cimento branco Cauê, deverão ser utilizados nesse projeto. A Camargo Corrêa Cimentos é uma das patrocinadoras dessa importante obra que, quando concluída, será uma das referências da engenharia brasileira.

Na formulação do concreto branco, a sílica ativa Silmix também está presente para garantir a fluidez e a resistência. “O concreto branco é um produto que exige muita atenção. Precisa ser aplicado em camadas uniformes para que não ocorram diferenças de cor. Graças ao treinamento da equipe e ao suporte técnico fornecido pela Cimentos, o trabalho está transcorrendo sem problemas”, comenta José Canal, engenheiro da Fundação Iberê Camargo e responsável pelo projeto.



Obra do Museu Iberê Camargo



# Tecnologias e soluções na linha de frente

Distribuídas pelo Brasil, com suas particularidades e demandas técnicas específicas, obras de engenharia envolvem construtoras, arquitetos, projetistas, especificadores, concreteiras, além dos próprios clientes. Para dar conta das demandas de todos os envolvidos nessa cadeia e propor soluções com a sílica ativa Silmix, a Cimentos conta com uma rede de consultorias especializadas.

Além da comercialização do produto, essas empresas atuam como parceiras na prospecção de novos mercados e desenvolvem um trabalho de suporte que inclui ensaios e análises de desempenho de concreto aditivado com laboratórios locais.

Foi dessa forma que a Impercia Atacadista Ltda., loja distribuidora de produtos químicos para construção civil com sede em Goiânia (GO), garantiu sua presença em diferentes frentes e construiu um relacionamento diversificado com empresas focadas em edificações verticais e que utilizam Concreto de Alto Desempenho (CAD), em infra-estrutura (barragens de usinas hidrelétricas e estações de tratamento) e em pré-moldados (construção de galpões industriais, silos etc).

“Para atender às necessidades dos clientes, acompanhamos o trabalho de especificações e os testes do concreto nos laboratórios que são nossos parceiros, como o Carlos Campos Consultoria ou o Laboratório de FURNAS”, comenta Richelieu Costa Miranda, diretor da Impercia.



Richelieu Miranda comercializa e fornece assistência técnica para clientes



Andreia Sarmiento, da Exemplo, e João Paulo Guimarães, gerente técnico da Cimentos

FOTOS: DIVULGAÇÃO



Sílica ativa Silmix está presente em obras residenciais na Região Centro-Oeste

A sílica ativa Silmix representa também uma fatia importante do campo de atuação da Exemplo Serviços de Engenharia. A empresa está ligada a obras significativas do Rio de Janeiro, como a Estação de Tratamento de Esgotos Alegria, que integra o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara; projetos do Caminho Niemeyer, em Niterói; obras de recuperação estrutural como a do Aeroporto Santos Dumont, do Elevado do Joá, na Barra da Tijuca, e outras.

Há mais de 15 anos no mercado, a Exemplo se especializou na divulgação de novas tecnologias. “Por essa razão, desenvolvemos cursos, seminários e treinamentos para projetistas, órgãos públicos, universidades, indústrias e construtoras. É nossa função quebrar paradigmas da construção civil e promover a inovação”, explica Andreia Sarmiento, diretora da Exemplo.

Com essa finalidade, a Exemplo promoveu no final de 2004 um evento especial para a Companhia do Metrô do Rio de Janeiro, apresentando novas tecnologias para construção de túneis. A comercialização da sílica ativa Silmix representou 17% do faturamento da empresa em 2004 e as perspectivas para 2005 são muito boas.

Na Região Nordeste, obras especificadas com CAD e, portanto, com sílica ativa Silmix, têm necessariamente o acompanhamento técnico e comercial da Sapisaba Representações Comerciais Ltda. É o caso por exemplo do Terminal de Passageiros do Aeroporto Internacional de Maceió (AL) e do Moinho Aratu, em Salvador (BA), executados pela Construtora OAS.



Exemplo Serviços de Engenharia  
[www.exemplo.eng.br](http://www.exemplo.eng.br)  
 Rua Visconde de Inhaúma, 58 - Grupo 503  
 Rio de Janeiro (RJ) - CEP: 20091-007  
 Tel.: (21) 2253-9261



Impercia Atacadista Ltda.  
[www.impercia.com.br](http://www.impercia.com.br)  
 Av. Perimetral Norte, 7.387  
 Goiânia (GO) – CEP: 74573-260  
 Tel.: (62) 210-2392



Sapisaba Representações  
[sapisaba@ig.com.br](mailto:sapisaba@ig.com.br)  
 Rua Ceará, 1.160 – sala 902  
 Salvador (BA) – CEP: 41830-451  
 Tel.: (71) 3451-0835

# Obra do Chile emprega concreto

Até o final do ano, com o término da obra da Linha 4, o sistema de metrô de Santiago, capital do Chile, estará em operação com 60 quilômetros de extensão e cinco linhas, conforme projeto concebido em 1968. Por dia, mais de 1 milhão de pessoas serão beneficiadas com as conexões que a Linha 4 possibilitará, ligando as demais linhas e aproximando bairros.

A última linha consagra também um novo método construtivo de túneis (NATM), que evita os transtornos das obras a céu aberto, das interrupções do trânsito e das alterações da vida urbana. Nas escavações e escoramentos, o concreto projetado por via úmida com alta resistência inicial é a chave e, na sua formulação, a sílica ativa Silmix entra como um dos aditivos principais para garantir esse efeito.

O sistema foi desenvolvido para o metrô chileno pela Divisão de Túneis e Mineração, da multinacional Sika S.A. Chile. A unidade chilena é uma das grandes importadoras de Silmix e, como tal, uma das principais clientes da Camargo Corrêa Cimentos. Consiste na aplicação dos componentes do concreto, transportados por ar comprimido (fluxo diluído) ou por meio de

bombeamento (fluxo denso), até a boca de saída. “Além da formulação com aditivos, o sistema da Sika Chile se adapta às necessidades de rendimento, logística e método construtivo especificado,” comenta Juan Francisco Jimenez, gerente comercial da Sika Chile.

As principais características da formulação do concreto especificado para o projeto metrô são:

- a relação água/cimento deve ser inferior a 0.5: essa condição influencia diretamente a resistência final do traço, assim como a eficiência da aceleração dos primeiros minutos;
- o tamanho máximo dos agregados deve ser da ordem de 8 mm;
- devido às exigências de resistência mecânica inicial, é utilizado nas formulações do concreto o cimento de alta resistência na proporção de 380 quilos por metro cúbico de concreto;
- no sistema projetado, a fluidez do traço e a trabalhabilidade devem ser da ordem de 180 mm de abatimento.

## Vantagens Silmix no concreto projetado

- Incremento das resistências finais
- Menor índice de reflexão
- Durabilidade
- Melhoria das condições de bombeamento do concreto

FOTOS: DIVULGAÇÃO



A Estação Patronato da Linha 2 Norte (acima) e a Estação Rojas Magallanes, extensão aérea da Linha 4, em obras (acima, à dir.), fazem parte do projeto que contou com a linha completa de produtos, equipamentos e serviços técnicos do sistema Sika Chile

# eto projetado com Silmix



FOTOS: DIVULGAÇÃO



A Estação Cerro Blanco (túnel à esq. e entrada na foto acima) fica na ponta norte da Linha 2 e será integrada à Linha 4, que corre em paralelo e também chega à ponta sul da capital onde fica a Estação Las Mercedes (ao lado), em construção

## Aditivos

A Sika Chile desenvolveu uma gama de aditivos para obter as elevadas resistências que o concreto projetado exige, tanto na função de sustentação inicial como no revestimento definitivo dos túneis. Os produtos são alcalinos, não oferecem riscos e não exigem precauções extras na sua manipulação. Contribuem ainda para a melhoria das condições de trabalho dos operários nos túneis.

Com o aditivo superplastificante de alta performance, por exemplo, a empresa atendeu a uma das exigências de projeto, que foi reduzir em 30% a quantidade de concreto, o que implica trabalhar com uma relação água/cimento muito baixa, em torno de 0.50.

A sílica ativa Silmix é adicionada à formulação na proporção de 5% sobre o total de cimento – nunca superior a isso – para complementar as exigências que normalmente estão presentes no concreto projetado. Como esse produto é formado por partículas muito pequenas, em torno de 0.1 microns, os espaços entre os grãos de cimento são preenchidos e, numa reação com o hidróxido de cálcio presente no concreto, é formada uma “rede” cristalizada de silicato cálcico hidratado.

“Com isso, a cal que está presente na proporção de 25% na pasta de cimento deixa de ser prejudicial, pois o silicato cálcico é um composto estável que tem resistência própria e ao ‘entrelaçar’ o cimento com sua rede cristalina, propicia uma pasta muito mais resistente aos esforços físicos e aos ataques químicos e atmosféricos. O produto oferece assim um grau de durabilidade que atualmente é um requisito importante em obras de porte como é a do metrô”, comenta Carlos Muñoz, engenheiro da Sika Chile e responsável pela obra da Linha 4.



## Tecnologia

A aplicação do concreto projetado deve seguir algumas condições importantes como:

- o ângulo de projeção da mistura deve ser perpendicular ao plano da aplicação, para diminuir a reflexão. A compactação da pasta é regulada basicamente pela pressão do equipamento que faz o bombeamento: se for fraca, a velocidade gerada não será capaz de fazer a incrustação e compactação do material na área de aplicada;
- outro fator importante é a distância entre a boca de saída em relação ao plano que se projeta. Para reduzir a perda de material e manter a curva de rendimento, a distância ideal é a de 1,2 metro;
- também para minimizar a perda de material, a velocidade do ar na boca de saída do bombeamento deve ser da ordem de 75 a 100 metros por segundo.



# Painel *Epopéia Paulista* mostra e gravações em concreto pigmentado

Os sulcos gravados no concreto vermelho têm a força da terra arada e os objetos diversos ganham forma nos entalhes. As histórias da literatura de cordel surgem no concreto amarelo e, como se fosse uma visão de futuro da cidade, traços abstratos tomam conta do branco.

O impacto das cores e gravações do painel *Epopéia Paulista*, obra de arte pública concebida pela artista plástica Maria Bonomi, encanta as milhares de pessoas que passam diariamente pela Estação da Luz no centro de São Paulo (SP). Realizada na famosa estação ferroviária a convite da Companhia do Metropolitano de São Paulo, a obra comemorou os 450 anos da cidade.

Projetado em concreto armado, o painel tem 73 metros de comprimento por 3 metros de altura e ocupa o túnel de acesso entre a estação e a vizinha Pinacoteca do Estado. É uma composição de 256 placas de concreto moldadas em matrizes gravadas pela equipe da conhecida gravurista e transportadas para o concreto branco pigmentado, por meio de uma

tecnologia inovadora.

O projeto foi concebido para reinventar em concreto a técnica da xilografia – reprodução de imagens por meio de pranchas de madeira gravadas em relevo. A Camargo Corrêa Cimentos, fabricante dos produtos Cauê, encarou o desafio e apoiou o projeto, fornecendo os produtos – Cimento Branco Cauê e sílica ativa Silmix – e a assistência técnica necessária.

As matrizes foram geradas na oficina aberta que Maria Bonomi conduziu entre março e junho de 2004, no Museu de Arte Contemporânea da USP (MAC/USP). Para executar a obra, um grupo seleto de artistas, artesãos e cerca de 3 mil voluntários foram convidados a deixar suas marcas nas matrizes de madeira, posteriormente transpostas para o concreto. “O concreto é um grande interlocutor da arte, especialmente da arte pública, pois é um material plástico, totalmente fiel à emoção do artista”, disse Maria Bonomi, ao explicar sua opção pelo concreto como matéria-prima.

6

FERNANDO COELHO



Silmix garantiu a resistência de peças finas e esbeltas, cheias de detalhes e de pontas



# cores mentado

CARLOS PEDREANEZ



## Aprendizado

O painel *Epopeia Paulista* consumiu pelos menos dois anos de trabalho. A concretagem das peças, porém, foi feita em apenas seis dias, graças a uma logística especialmente ordenada para distribuir os 27 metros cúbicos de microconcreto pigmentado utilizados nas peças.

Esse cuidado tinha uma razão: a uniformidade das três cores definidas pela artista e dos traços de concreto que foram obtidos com um rigoroso controle de aditivos para estabelecer a fluidez necessária e a relação água/cimento branco adequada. Além dos superplastificantes e das fibras, a sílica ativa Silmix entrou na composição na proporção de 5%, com a função específica de garantir a resistência das peças finas e esbeltas, cheias de detalhes e de pontas.

Cada microconcreto pigmentado foi preparado e colocado na fôrma de uma só vez. “Esse trabalho foi um desafio e um grande aprendizado para todos nós da Cimentos. Os desenhos em relevo das peças exigiram um concreto muito fluido, preparado com agregados selecionados para evitar a presença de bolhas ou de outro tipo de defeito. Uma falha em um dos sulcos finos comprometeria o trabalho. A ação do Silmix no concreto teve o objetivo de garantir maior coesão ao microconcreto”, explica Simone Viterbo, coordenadora da área de Obras Especiais.

A preparação dos traços de concreto levou em conta ainda a necessidade de absorver a ação dos pigmentos e de atender às variações de espessura das peças. O microconcreto amarelo utilizou um pigmento puro e o branco foi resultado da ausência de cor. Para obter a cor terracota, semelhante à cor da terra da região do interior de São Paulo onde ficavam as plantações de café e para onde foram boa parte dos imigrantes, foram misturados pigmentos marrom e vermelho com um resultado mais denso.

“As resistências à compressão obtidas ficam acima de 50 MPas, caracterizando um Concreto de Alto Desempenho (CAD). “O objetivo da formulação era obter um concreto que atendesse tanto ao manuseio nas primeiras idades quanto à durabilidade das peças e a manutenção”, acrescenta João Paulo Guimarães, gerente de Assistência Técnica da Cimentos.

O resultado foi, portanto, bastante satisfatório, uma vez que a resistência característica solicitada foi de 25 MPas. Na concretagem, as peças que atingiram peso final de 60 a 200 quilos tiveram de ser submetidas a vibração manual. Foram colocadas à prova no processo de desmoldagem, no transporte e na montagem.





Maria Bonomi e voluntários criaram as matrizes, e as placas foram concretadas com supervisão da Cimentos

## Fôrmas

Os testes preliminares foram executados com fôrmas de fibra de vidro, mas na concretagem final a opção foi pela utilização de fôrmas de MDF (*Medium Density Fiberboard*), material obtido com resíduos de madeira (fibras lignocelulósicas) prensados a quente e compactados com resina solúvel em água.

Em razão disso, ocorreram problemas de aderência no processo de desmoldagem uma vez que a água liberada pelo concreto em estado fresco foi naturalmente absorvida pela porosidade do MDF. “Não foi possível também aquecer as peças para facilitar a desforma, porque o material é incompatível com o calor, assim como a cola utilizada na prensagem que poderia interferir na cor. Tudo isso foi incorporado ao processo de aprendizagem. Fôrmas de fibra com desmoldante ou de silicone são os materiais ideais”, completa Simone.

A argamassa de restauração com base cimentícia, preparada

com sílica ativa Silmix e os mesmos pigmentos de cor, foi a solução para os defeitos decorrentes da quebra dos perfis que ocorreram na desforma. A resistência das peças foi, contudo, perfeitamente adequada para suportar as perfurações para instalação dos pinos especiais utilizados na montagem.

A superfície do painel recebeu ainda uma base de hidro-repelente com efeito impermeabilizador para evitar manchas, umidade e escurecimento. A aplicação do produto teve ainda o objetivo de manter o aspecto original do concreto aparente.

Além da Cauê, o projeto *Epopéia Paulista* contou com o patrocínio da Caixa Econômica Federal, Petrobrás e Ministério da Cultura, e apoio da Masisa do Brasil, Faccio Stonelite, Estúdio Hiro Okita, Lanxex BayerFerrox, Cátedra Engenharia, ABCP, MAC/USP, Inox Mark do Brasil, Philips e Mandarim Comunicação.

## 8

## Imagens cinematográficas

As três camadas de cores e texturas do painel *Epopéia Paulista* procuram registrar momentos diferentes da história da Estação da Luz desde sua construção, no início do século 20. A camada vermelha – referência à terra da cultura do café – traz gravações de objetos “esquecidos” na estação, tais como leques, brinquedos, guarda-chuvas, ferramentas etc. São memórias da imigração do início do século, marcas de italianos, árabes, espanhóis, portugueses, japoneses e outros povos que chegavam a São Paulo pela Estação da Luz.

“Até os anos 1950, a Luz era a porta de entrada da cidade. Os passageiros dos navios – de todas as classes – tomavam o trem em Santos e subiam a serra até São Paulo”, conta Maria Bonomi, ela mesma uma imigrante italiana vinda da Europa durante a Segunda Guerra Mundial.

A faixa amarelada, no alto do painel, está gravada com imagens da literatura de cordel. É uma homenagem aos artistas nordestinos e à enorme população nordestina que ajudou a construir a grandeza da capital paulista. A cor lembra a terra seca, típica do sertão semi-árido, mas pode ser lida como uma referência às periferias desoladas de São Paulo, onde vive grande parte desses migrantes.

O centro da obra foi ocupado por uma faixa de concreto branco, feito com um cimento especial. Ali estão gravações mais abstratas propostas por Maria Bonomi, como um desenho



Estação da Luz:  
marco da cidade  
revigorado

SONIA SCHÜLLER

do futuro da Estação da Luz e da cidade, que continua a receber novas ondas de migrantes.

O painel fica à disposição dos passantes para ser olhado, acompanhado e admirado. É quase uma experiência cinematográfica, disponível também para ser tocada por mãos sensíveis de deficientes visuais.