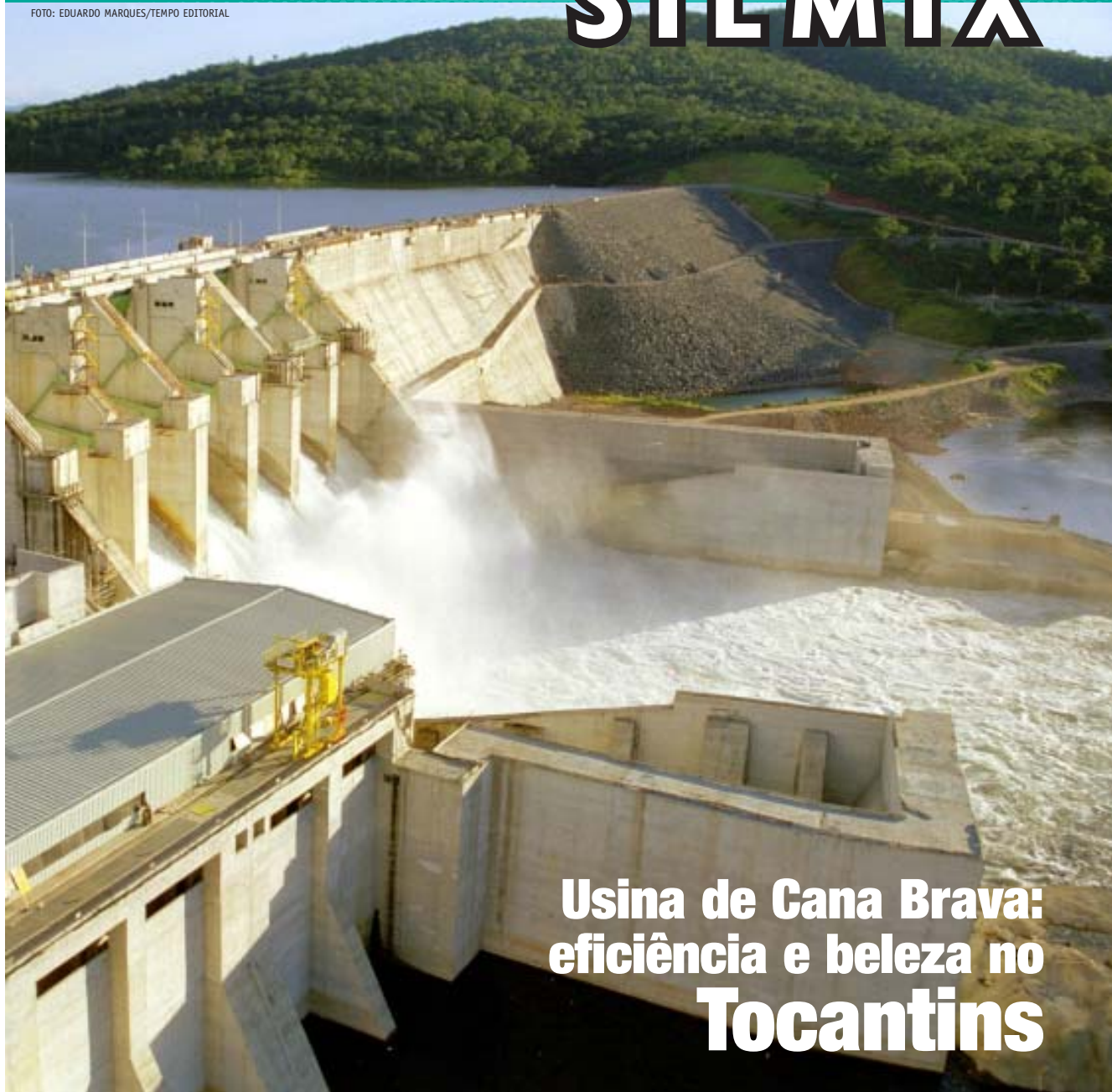


# SOLUÇÕES

Revista da Silmix, uma área da Camargo Corrêa Cimentos  
nº 1 – Jul / Set 2002

FOTO: EDUARDO MARQUES/TEMPO EDITORIAL

# SILMIX



## Usina de Cana Brava: eficiência e beleza no Tocantins

- Entrevista: Sérgio Bandeira destaca a estratégia da Silmix para os clientes  
Página 3
- A tecnologia da Zortêa para pré-moldados e armazenagem  
Página 5
- Estudo especial: o ataque de agentes agressivos em pisos especiais  
Página 7

EDITORIAL

# Prontos para novos desafios

Atendendo às solicitações de nossos clientes, estamos lançando a revista **Soluções Silmix**, um novo veículo de comunicação e de relacionamento entre os clientes da Camargo Corrêa Cimentos, os consumidores — e futuros consumidores — do produto Silmix, e o mercado.

Muitos devem se lembrar ainda do antigo BIS (Boletim Informativo Silmix). Com um novo projeto editorial e mais espaço para mostrar a crescente participação da Silmix no mercado da construção, a revista **Soluções Silmix** vai destacar aplicações, soluções e pesquisas. Informações que serão úteis para os clientes que já conhecem o nosso produto, mas principalmente para todos aqueles que estão em busca de alta tecnologia e soluções inovadoras.

A Cimentos está preparada para atender às expectativas e demandas do mercado. Queremos também compartilhar conquistas e sucessos dos nossos clientes e reafirmar assim o nosso compromisso com o desenvolvimento da engenharia civil brasileira.

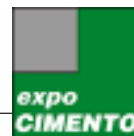
Larissa Marini Bravo  
Coordenadora da Silmix

## SUMÁRIO

Entrevista: Sérgio Bandeira, diretor comercial da Cimentos .....	3
Artigo técnico: sílica ativa em pisos especiais .....	4
A participação da Silmix em Cana Brava .....	6
Zortéa: sucesso nos pré-moldados para armazéns .....	7

## AGENDA

- **Ibracon 2002**  
44º Congresso Brasileiro do Concreto – de 17 a 22 de agosto  
Belo Horizonte/MG  
[www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br)
- **Fehab 2002**  
Feira Internacional de Materiais para Construção – de 11 a 14 de setembro  
Expo Center Norte – São Paulo/SP  
**Eventos paralelos:**  
II Expo Cimentos 2002  
I Salão de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil  
Loja Modelo – ANAMACO  
I Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos da Construção Civil
- **70ª Reunião Anual do Comitê Internacional de Grandes Barragens**  
De 22 a 27 de setembro  
Foz de Iguaçu/PR  
<http://www.itaipu.gov.br/icold2002>
- **Concrete 2001 Biennial Conference – American Concrete Institute**  
De 4 a 6 de outubro  
Recife, PE  
<http://www.aci-int.org/>



## CENTRAL DE ATENDIMENTO

Para informações em geral e solicitação de visita técnica,  
utilize a central de atendimento

**0 800 7039003**



**SOLUÇÕES SILMIX** - PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL DA ÁREA SILMIX, DA CAMARGO CORRÊA CIMENTOS - **Diretor Superintendente:** Wilson Carnevalli Filho. **Diretor Comercial:** Sergio Bandeira. **Comitê Editorial:** Larissa Marini Bravo e Alcino Gomes Flores. **Editor:** César Nogueira (Mtb 21 445) - **Editora Assistente:** Sunara Avamilano - **Produção Editorial:** Vanessa Giacometti de Godoy e Dinaura Landini (Printec Comunicação) - **Projeto e Produção Gráfica:** Ricardo Branco - **Fotolito e Impressão:** Marprint. Correspondência e contatos: Av. Gonçalo Madeira, 600 - Jaguaré - São Paulo - SP - CEP 05348-000 - Tel.: 0 800 7039003 - Fax: (11) 3718-4270 - e-mail: [silmix@ccisa.com.br](mailto:silmix@ccisa.com.br)

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



# O cliente em primeiro lugar

O Silmix é um produto de extrema importância para a Camargo Corrêa Cimentos por ser altamente técnico, possibilitar novas soluções e garantir ganhos significativos para o investidor e cliente final. Nessa primeira edição da revista **Soluções Silmix**, Sérgio Bandeira, diretor comercial da Cimentos, fala do produto e da estrutura de serviços técnicos que está à disposição dos clientes.

ma, mantivemos não só o respeito da marca Silmix no mercado como também a alta qualidade do produto.

## Quais as perspectivas atuais de mercado da Silmix?

**Bandeira** – A participação da Silmix no mercado da construção civil está aumentando. É um produto que melhora o desempenho dos concretos e argamassas, contribui para a redução do tempo de execução da obra e dos custos gerais dos empreendimentos. A demanda atual do mercado é por produtos que viabilizem novos conceitos como a

## ela beneficia os clientes?

**Bandeira** - A Cimentos trabalha para ser cada vez mais parceira de seus clientes no desenvolvimento de produtos e aprimoramento de soluções, e não ser apenas uma fornecedora de matéria-prima. Podem encontrar soluções também nos demais produtos, como o Cimento Branco Cauê, que tem abrangência nacional, e é uma excelente solução para todos os tipos de estruturas.

## Quais são os serviços que estão à disposição dos clientes?

**Bandeira** - O cliente Silmix conta com uma estrutura interna desenhada para mantê-lo em primeiro lugar e para atender por completo suas necessidades. Conta com um moderno laboratório onde são desenvolvidas e testadas soluções técnicas para o mercado. Para o desenvolvimento de pesquisas de novas aplicações, são firmados convênios com universidades renomadas. A estrutura

FOTO: MÁRIO CASTELLO



“Uma estrutura comercial e de serviços para encontrar e desenvolver as melhores soluções técnicas e econômicas”

## O que os clientes podem esperar da área Silmix hoje?

**Sérgio Bandeira** - No ano passado, a crise de energia provocou redução da produção nacional de Silmix. A solução foi iniciar o processo de importação para que não faltasse produto no mercado. Com a normalização da produção nacional, a importação passou a funcionar como um “pulmão”, garantindo maior disponibilidade do produto Silmix e segurança de fornecimento para os clientes. Dessa for-

otimização de áreas e a durabilidade das construções. Os grandes investimentos previstos e já iniciados principalmente nas áreas de infra-estrutura – usinas hidrelétricas e barragens, estações de tratamento, metrô, rodovias, complexos viários, pontes, aeroportos e portos, demonstram também que a utilização do Silmix é e continuará sendo bastante significativa e vantajosa.

## Qual é a estratégia comercial e como

ra pode fornecer também assistência técnica “in loco” com o objetivo de encontrar e desenvolver as melhores soluções técnicas e econômicas. Pode dar suporte para a criação e viabilização técnica de equipamentos necessários para novas formas de utilização do produto e otimização de logística para cumprimento de prazos acordados. Esses são os diferenciais da Cimentos que beneficiam e simplificam a vida dos nossos clientes.

# Estudo de concretos com adição de sílica ativa frente ao ataque de agentes agressivos para emprego em pisos especiais \*

## Autores:

Dal Molin, Denise C. – dmolin@ufrgs.br  
C.Oliveira, Ana Paula M.  
UFRGS - CPGE

Kulakowski, Marlova P.  
marlova@ufrgs.br  
UFRGS – PPGEM

4

Pisos para ambientes industriais devem apresentar boa resistência à abrasão e resistir à ação de agentes químicos que influem diretamente na durabilidade das instalações como um todo. Os revestimentos geralmente utilizados para fins industriais apresentam em sua composição polímeros, resinas epoxídicas e agentes endurecedores superficiais. Essas soluções são onerosas, o que leva à busca de materiais alternativos.

Pelas suas propriedades químicas (teor de  $\text{SiO}_2 > 85\%$ ) e físicas (sup. específica média =  $20 \text{ m}^2/\text{g}$ ), a sílica ativa foi estudada como material alternativo com o objetivo de melhorar as características de concretos e argamassas como, por

exemplo, as condições de porosidade, a aderência pasta/agregado e a melhoria da microestrutura em função da reação com os produtos de hidratação do cimento. O trabalho avaliou e comparou concretos com e sem adição de sílica ativa, para emprego em pisos industriais, por meio de ensaio de agressão química, enfocando a perda de massa dos concretos submetidos à ação de agentes deletérios.

## Programa experimental

Para a obtenção de dados sobre o desempenho de concretos com adição de sílica ativa frente à ação de agentes químicos agressivos foram realizados estu-

dos (GARLET e RUARO; MIMBACAS et al.; DUBAJ et al.; (1995)) que desenvolveram um programa experimental com ensaios referentes à perda de massa.

## Variáveis analisadas:

- relação água/aglomerante: 0,37 e 0,59
- teor de Sílica Ativa: 0 e 6% em adição ao cimento

## Materiais

- Cimento - (CP II-F 32)
- Areia - Quartzosa com diâ. máx. característica = 2,4mm
- Agregado Graúdo - origem basáltica, britado, com diâ. máx. = 19mm.
- Sílica Ativa - procedência nacional, apresentando uma sup. específica média =  $14,95 \text{ m}^2/\text{g}$
- Aditivo superplastificante - base de naftaleno sulfonado, com uma densidade média =  $1,05 \text{ g}/\text{cm}^3$ .

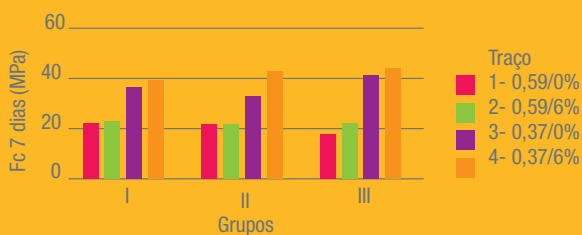


Figura 1. Resistência à compressão aos sete dias de idade

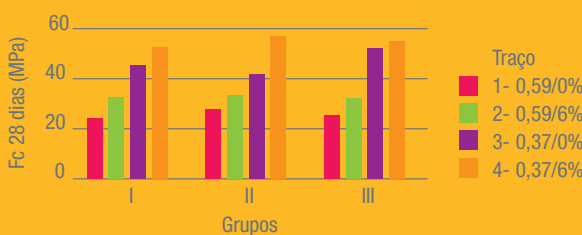


Figura 2. Resistência à compressão aos vinte e oito dias de idade

\* Artigo extraído do trabalho: Estudo de concretos com adição de sílica ativa (microsilica) frente ao ataque de agentes agressivos para emprego em pisos industriais. In: International Congress on HPC, and Performance and Quality of Concrete Astructures, 1996, Florianópolis, Brasil. Proceedings...Florianópolis: UFSC, UFRGS, USP, 1996. 1v., p 590-598.

# A adição de sílica ativa melhora as propriedades do concreto

## Análise

1. A análise dos resultados indicou que tanto a diminuição da relação água/aglomerante quanto a adição de sílica ativa melhoram consideravelmente a resistência do concreto frente à ação de agentes agressivos. A adição de 6% de sílica ativa diminuiu, em média, 20% a perda de massa para concretos com relação a/agl 0,37 e 50% para os concretos com relação a/agl 0,59. No que se refere aos concretos imersos em hidróxido de sódio, os resultados indicaram um aumento de massa. Esse fato é explicado pela geração de produtos expansivos, que é tanto maior quanto mais permeável é o concreto.
2. A concentração da solução agressiva não é um fator por si só determinante da agressividade ao concreto. O que determina essa agressividade é o pH da solução e os tipos de íons envolvidos. Cada solução apresenta uma concentração diferente para um mesmo pH de agressão característico. Se forem utilizadas concentrações diferentes de uma mesma solução, respostas diferentes serão obtidas.
3. A permeabilidade do concreto é outro fator que irá determinar sua maior ou menor degradação. Conforme foi verificado, as adições de sílica ativa ao concreto diminuíram a perda de massa em relação a concretos de referência, imersos na mesma solução, o que vem confirmar que a sílica ativa melhora as propriedades vinculadas a durabilidade do concreto.
4. Vale a pena ressaltar (BICZÓCK-1964) que cada tipo de solução atuará diferentemente sobre o concreto (compostos hidratados do cimento) e assim cimentos e adições distintos podem ter um comportamento superior ou inferior de acordo com a solução. Nesse sentido, novos estudos estão em desenvolvimento na UFRGS.
5. No que se refere ao método de ensaio, baseado em CAMPS et al. (1990), pode-se sugerir a titulação da solução, controlando o pH, no lugar de renovar a solução a cada novo ciclo.

Informações a respeito do trabalho, referências bibliográficas ou mesmo de outros trabalhos desenvolvidos pelo Norie/Ppgec/UFRGS, podem ser solicitadas pelos endereços eletrônicos dos autores.



Figura 3. Perda de massa para agressão com ácido láctico



Figura 4. Perda de massa para agressão com ácido fórmico

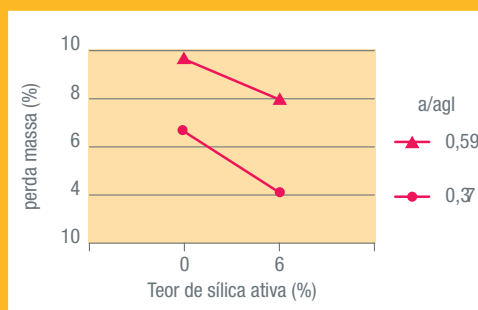


Figura 5. Perda de massa para agressão com ácido acético

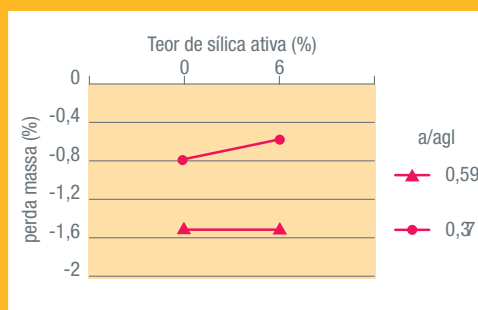


Figura 6. Perda de massa para agressão com hidróxido de sódio

# A energia elétrica de Cana Brava



A utilização do produto Silmix em Cana Brava garantiu o desempenho do concreto e reduziu o tempo de execução da obra

6

Num prazo recorde de 36 meses, a primeira unidade geradora da Usina Hidrelétrica de Cana Brava, no rio Tocantins, entrou em operação em maio de 2002. Cerca de 400 mil metros cúbicos de concreto convencional (CCV) foram utilizados nas obras civis com a adição da sílica ativa Silmix.

O controle de qualidade e os estudos de dosagens do produto foram desenvolvidos em conjunto com **Furnas Centrais Elétricas**. Além da redução do consumo de cimento e melhoria do processo de bombeamento, a sílica ativa Silmix atuou diretamente na melhoria dos aspectos de durabilidade do concreto no que se refere à permeabilidade e no combate à reatividade do agregado proveniente das escavações obrigatórias.

A construção da UHE Cana Brava teve

início em junho de 1999 e sua capacidade nominal instalada de 450 megawatts, fornecida por três unidades geradoras. Foi desenvolvida pelo Consórcio Cana Brava, constituído pelas empresas: **Construtora Norberto Odebrecht**, **Construtora Andrade Gutierrez** e **Voith Siemens**. É um empreendimento da **Tractebel Energia**, empresa de origem belga.

## Localização

Cana Brava está localizada na divisa dos municípios de Minaçu e Cavalcante, no Estado de Goiás, a aproximadamente 300 quilômetros de Brasília. Faz parte do plano de aproveitamento energético do rio Tocantins (GO). Além das UHEs Serra da Mesa, Lajeado e Cana Brava, estão previstas as construções das UHEs Peixe, Ipeúras, São Salvador, Estreito, Tupi-

ratins e Serra Quebrada. A energia elétrica produzida por essas usinas será integrada aos sistemas de transmissão interligados e vai beneficiar principalmente a Região Sudeste.

A UHE Cana Brava é uma usina a “fio d’água” operando em conjunto com o reservatório da UHE Serra da Mesa: o volume de água que entra no reservatório da UHE Cana Brava é praticamente o mesmo que sai.

O circuito de geração, vertedouro e adufas de desvio estão posicionados na margem direita, de modo a concentrar os trabalhos de construção dessas estruturas no recinto ensecado na primeira fase de desvio. A desvinculação das adufas de desvio do vertedouro contribuiu significativamente para a antecipação do prazo de geração.

## VANTAGENS SILMIX

Em grandes obras como barragens e UHEs, o principal problema é obter a redução do calor de hidratação do concreto, sempre em grandes volumes. A sílica ativa Silmix elimina o problema, melhora as características do concreto e contribui para reduzir o tempo de execução da obra. Em áreas mais críticas como o vertedouro, o produto dá maior resistência à abrasão.



Vertedouros: a importância da durabilidade e da permeabilidade

FOTO: TARCÍSIO MANTOS/TEMPO EDITORIAL

Na execução das obras civis, o destaque foi a opção de utilizar bombas para lançamento do concreto na maior parte das concretagens, reduzindo o uso de guindastes, que foram destinados para apoio ao lançamento de armação, equipamentos e embutidos. Parte das armaduras usadas nas estruturas foram pré-armadas, diminuindo o índice de aplicação de mão-de-obra e tempo.

A medida mais relevante foi a alteração no layout de projeto, permitindo a antecipação do desvio do rio em sete meses. Essa alteração correspondeu à retirada das adufas de desvio do vertedouro e à incorporação à barragem de concreto rolado da margem esquerda, desvinculando assim a operação do desvio da conclusão das obras localizadas na margem.

As obras de barramento foram constituídas por estruturas de concreto convencional e de concreto compactado com rolo, com fechamento nas ombreiras com barragens de terra e enrocamento. Duas selas topográficas, uma na ombreira direita próxima à barragem desta margem e outra localizada na margem esquerda, a 4 quilômetros das obras principais, foram fechadas por diques de terra. O reservatório criado ocupa uma área de 139 quilômetros quadrados no nível de água máximo normal na El.333,0. As estruturas de concreto foram coroadas na El.335,0 e os maciços de terra e enrocamento na El.336,0.

### O papel da sílica ativa

- Redução das temperaturas máximas do concreto pela redução do consumo de cimento
- Aprimoramento do processo de bombeamento do concreto pela melhoria de suas propriedades
- Combate à reatividade do agregado proveniente das escavações obrigatórias
- Melhoria dos aspectos de durabilidade do concreto relativo à permeabilidade.

## Os diferenciais da Zortéa



O concreto precisa ter qualidade para proteger o produto armazenado em silos como o da foto, construído no Porto de São Luís (MA)

FOTO: EDISON ZORTEÁ

Cerca de 15% dos grãos colhidos no Brasil – aproximadamente 15 milhões de toneladas – são acondicionados em armazéns construídos pela Zortéa Construções Ltda., empresa que acumula 31 anos de experiência em infra-estrutura para empresas de agribusiness e se destaca no mercado com tecnologia própria de pré-moldados e de concreto protendido.

Para atender os requisitos desse segmento tão peculiar com um produto diferenciado, a Zortéa encontrou na sílica ativa Silmix as características ideais para garantir a produção de um concreto de qualidade, especialmente quanto à resistência em meios agressivos, durabilidade e impermeabilidade, com garantia de custos compatíveis. Com relação ao concreto protendido, por sua vez, o produto assumiu um papel decisivo ao proporcionar a aderência necessária do concreto ao aço.

Com sede em Campo Grande (MS) e filiais em Campos Novos (SC) e Várzea Grande (MT), a Zortéa está presente em todos os portos brasileiros e junto a grandes produtores de grãos e indústrias de fertilizantes. “Nesse mercado, existem poucos, grandes e importantes clientes

que não economizam investimentos e exigem qualidade”, garante Edison Benjamim Zortéa, diretor presidente da Zortéa Construções.

### Vantagens

A tecnologia de produção das peças pré-moldadas e de concreto protendido foi desenvolvida pela Zortéa para encurtar com eficiência os prazos exigidos pelo mercado. Por conta disso, a empresa focou dois aspectos básicos: os processos de padronização das peças pré-moldadas para as mais diversas formas de utilização; e os processos de linha de montagem industrial, na maior parte das vezes, instaladas no próprio canteiro de obras.

Para ser bem-sucedida, porém, a empresa precisa contar com um concreto de qualidade, produzido com cimento de alta resistência inicial e aditivos extras capazes de responder às características de armazenagem dos diferentes produtos. O produto Silmix começou a fazer parte da formulação do concreto desenvolvido pela Zortéa há mais de dez anos exatamente para preencher os requisitos necessários: impermeabilidade, durabilidade e estanqueidade.

## C L I E N T E S

Adicionado na proporção de 6% a 8% ao concreto, o produto Silmix age quimicamente na formulação garantindo a compactação do concreto para impedir a formação de poros e a passagem de ar ou água, condições que provocariam a carbonatação das paredes e prejudicariam a conservação do produto armazenado.

Além de grãos (basicamente soja e milho) e fertilizantes, a tecnologia de armazenagem da Zortéa ganhou contornos especiais para a especificidade do açúcar, um produto com menor teor de umidade e poder de absorção de ar que favorece a produção de ácidos. A sílica ativa Silmix protege as paredes de concreto da agressividade desse meio.

Essas são as características, por exemplo, do Terminal Portuário para Exportação de Açúcar da Paraná Operações Portuárias (PASA), com capacidade de 70 mil toneladas de açúcar e que está em conclusão no Porto de Paranaguá (PR). No porto de Santos (SP), a Zortéa está iniciando um outro terminal com capacida-



Terminal da Copersucar em Santos (SP): lançamento de concreto nas formas

de de 79 mil toneladas para a Copersucar. Esses são apenas dois exemplos das doze obras que estão em andamento.

### Rapidez e aderência

Os projetos da Zortéa precisam vencer as dificuldades de solo, localização, transporte e clima e envolvem, além da armazenagem, sistemas de recepção, preparação do produto e expedição. Silos com até 60 metros de diâmetro estão no portfólio da empresa e o custo médio de um terminal de armazenagem gira em torno de R\$ 12 milhões.

O ponto mais crítico desse tipo de obra é desformar rapidamente a peça pré-moldada para reutilização da forma. Assim, a empresa otimiza o processo, o deslocamento de material e a ocupação da área. O produto Silmix é o elemento-chave que vai acelerar a cura do concreto e garantir o cronograma da linha de montagem. O fator tempo é também vital no caso de concreto protendido onde a cura e a aderência ao aço garantidas pelo produto vão permitir o corte das pontas dos cabos instalados para a armadura.

### Equipamento especial

Para dar homogeneidade à sílica ativa Silmix, a Zortéa optou pela via úmida. Com essa finalidade, desenvolveu um equipamento especial que prepara a pré-mistura com água para ser adicionada à formulação do concreto utilizado em pré-moldados.

## VANTAGENS SILMIX

Além da boa aparência, a sílica ativa Silmix proporciona impermeabilidade às peças de concreto pré-moldado, maior resistência aos agentes agressivos (sulfatos, maresia, poluição, etc.) e, por consequência, durabilidade. No caso da utilização de barras de protensão, a aderência ao aço é rápida e forte.

FOTO: ODIVALDO JUNIOR



Painéis de concreto pré-moldado utilizados em cortinas (paredes) de armazéns (foto acima). Equipamento especial desenvolvido pela Zortéa para a pré-mistura do Silmix (foto à esq.)

Visite nosso site: [cimentocau.com.br](http://cimentocau.com.br)

