



# SIKA AT WORK

## DUPLICAÇÃO DA RODOVIA DOS TAMOIOS, BRASIL

PRINCIPAIS SOLUÇÕES SIKA  
SikaFiber® ▪ Sigunit® ▪ Viscocrete®

BUILDING TRUST



# RODOVIA DOS TAMOIOS, UMA RODOVIA DE RESPEITO

A Rodovia dos Tamoios (SP-099) tem 82 km de extensão entre Caraguatatuba e São José dos Campos, no Estado de São Paulo, Brasil, e será ampliada em 22 km com novas pistas construídas pela Construtora Queiroz Galvão. O projeto em execução prevê dobrar a capacidade com a construção de uma nova rodovia com duas faixas e um acostamento de emergência no sentido de São José dos Campos. Isso aliviará o pesado fluxo de tráfego, proporcionando mais segurança aos usuários, rampas mais regulares, traçado menos sinuoso e curvas mais suaves, melhorando a capacidade de fluxo de produtos pelo porto de São Sebastião, contribuindo para a economia brasileira.

A topografia entre Caraguatatuba e São José dos Campos é montanhosa e o alinhamento atual só é possível por meio de túneis rodoviários. Por conta das circunstâncias geográficas específicas, todos os túneis são inclinados e o tráfego rodoviário subirá o tempo todo. A diferença de altura total ao longo de 15 km é estimada em 750 m ou uma rampa média de 0,05 (5%).

Cerca de 85% do projeto está situado no Parque Estadual da Serra do Mar, uma área ambiental de floresta tropical protegida. Dessa forma, diversos estudos em projetos ao redor do mundo foram analisados para descobrir as melhores práticas de engenharia, com o objetivo de delimitar a pegada ambiental da obra.

Para a construção dos viadutos (V3) e do túnel 3/4, foi utilizado pela primeira vez no Brasil o cable crane, um teleférico de carga fabricado na Áustria, montado em duas torres gigantes, superando obstáculos do terreno e das condições climáticas, que por sua vez permitiu que o empreendimento fosse realizado preservando a fauna e flora nativas, reduzindo um impacto direto em cerca de 40.000 m<sup>2</sup> de Mata Atlântica, sendo premiado com o Prêmio ECO de Sustentabilidade 2017 da Câmara Americana de Comércio (AMCHAM).

## FICHA TÉCNICA

**Localização:** Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo

O projeto inclui dez viadutos, quatro túneis e 21 km de rodovia.

- 12,85 km de túneis rodoviários
- 2,57 km de pontes/viadutos (total dez)

Túnel 1: 2.889m

Túnel 2: 714m

Túnel T3-T4: 5.555m (mais longo túnel rodoviário do Brasil)

Túnel 5: 3.696m

Pontes: 2.577m (mais longa = 948m)

Terraplanagem 6.145m<sup>3</sup>

Seções: túnel principal 120m<sup>2</sup> / túnel de emergência 30m<sup>2</sup>

Método de escavação de túneis: NATM (sendo 1,9 milhão de m<sup>3</sup> em rocha)

**EXTENSÃO TOTAL 21.555m**

## PRODUTOS UTILIZADOS

Sigunit®-L-500 (Acelerador de Pega)

Sika® Viscocrete®-6090-HW (Supeplastificante)

SikaFiber®-12 Micro PP (Microfibra sintética)

SikaFiber® Force PP-48 (Macrofibra sintética)

## EMPRESAS ENVOLVIDAS

Cliente: Tamoios Concessionária

Construtora: Queiroz Galvão Construtora

Projeto: CJC Engenharia

[www.construtoraqueirozgalvao.com.br](http://www.construtoraqueirozgalvao.com.br)



**CANAL DE DENÚNCIA: 0800 721 1410**





## REQUISITOS DO PROJETO

### LOP E RESISTÊNCIAS RESIDUAIS – EN14488-3

A resistência à tração na flexão deverá ser estimada segundo o ensaio proposto pelo EN14488-3. Esse ensaio é realizado mediante leitura da carga pela abertura de fissura do testemunho, onde, para cada abertura de fissura, se estimam as resistências. Ele será utilizado para homologar o traço o processo operacional de aplicação do concreto projetado reforçado com fibras e o controle durante a execução dos serviços será executado em testemunhos cilíndricos extraídos de placas de concreto projetado reforçado com fibras por meio do ensaio de resistência à tração por duplo puncionamento (Ensaio Barcelona – AENOR UNE 83515)

A dosagem da fibra foi determinada de maneira a se obter **fr4= 1,0 MPa**

### RESISTÊNCIA À TRAÇÃO POR DUPLO PUNCIONAMENTO – PRÁTICA IBRACON/ABECE

A resistência à tração por duplo puncionamento também denominado ensaio Barcelona foi definido como o ensaio de controle da qualidade do compósito. O ensaio é descrito na Prática Ibracon / ABECE: Controle da qualidade do concreto reforçado com fibras.

**Mínimo de 0,5 (MPa) - fr,2,5**

## PREMISSAS CONSIDERADAS NA AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Curva de fogo ISO 834

Duração do incêndio de 150 minutos

Temperatura máxima de 1200° C

Verificação das condições de suporte sob a ação do fogo cujas características se enquadrem dentro da curva ISO 834 (1975), que é recomendada pelas NBR 14432: 2000 e NBR 5628:1980.

Para garantir a proteção passiva ao fogo, foi definido o uso de microfibras sintéticas SikaFiber Fiber Micro PP 12, numa dosagem de 1,2 kg/m<sup>3</sup> de concreto, certificado através de ensaios realizados no Instituto de Pesquisas Tecnológicas da USP.

## SOLUÇÕES SIKA

O grande desafio da duplicação da Rodovia dos Tamoios foi o de entender as necessidades técnicas do projeto e desenvolver a melhor formulação em aditivos para concreto.

Além do aditivo superplastificante, havia a necessidade de substituição das telas metálicas utilizadas na aplicação do concreto projetado por utilização de macro e microfibras, o que permitiu grandes ganhos de produtividade para a construtora.

### RESULTADOS ALCANÇADOS PELO CLIENTE

Em termos de logística, com fibras sintéticas SikaFiber PP-48 se utilizou aproximadamente 1/5 do volume das fibras metálicas, o que resultou em menos transporte, armazenagem e manuseio.

O uso de fibras sintéticas reduziu o risco inerente da instalação de telas metálicas, bem como o risco de se ficar sob zonas instáveis, com perigo de deslocamento de rochas. Fibras sintéticas são também a melhor opção para ambientes agressivos, visto que tanto as telas metálicas como as fibras metálicas sofrem oxidação.

Além disto, as fibras sintéticas proporcionaram menor desgaste de equipamentos (bomba hidráulica, mangotes, rotores) e ganhos na produtividade com aplicação de concreto projetado.

Como a Construtora Queiroz Galvão produz parte dos materiais utilizados no concreto, o aditivo Sika® Viscocrete® 6090 HW possibilitou a utilização de apenas um único agregado miúdo no traço, a saber, a areia artificial. Isso permitiu economias significativas para construtora. O aditivo Sika® Viscocrete® 6090 HW também proporcionou uma manutenção de até 3 horas sem perda na trabalhabilidade e sem alterações de resistências à compressão, o que facilitou o transporte e o ganho de produtividade na aplicação do concreto, sejam estruturais ou projetados.

O uso de acelerador de pega Sigunit®-L-500 AF possibilitou alcançar resistências iniciais do concreto projetado da ordem de 1 MPa a 1 hora, necessário para a segurança da projeção do concreto, com um mínimo de reflexão. Conforme a norma EN14487-1, isso corresponde a uma curva J2, o que representa um concreto de boa qualidade para túneis.

Além dos produtos mencionados, foram fornecidos adicionalmente outros produtos, como grautes cimentícios (SikaGrout®-250) e epóxicos (Sikadur®-31, Sikadur®-32 e Sikadur®-52).

