

# Concreto Projetado como Proteção de Taludes Rodoviários no Brasil

Escrito em português por André Bezerra de Menezes, Juliana Borella de Menezes e Lucas Passos Santana



Fig. 1: Taludes rodoviários concluídos entre as cidade de Marília e Assis, no estado de São Paulo, Brasil.

A utilização do concreto projetado revelou-se de suma importância no processo de tratamento dos taludes ao longo das margens da rodovia SP 333, no interior do estado de São Paulo, Brasil. Essa aplicação concentrou-se em uma extensão que abrange os quilômetros 337 a 385, que conectam as cidades de Marília e Assis. O emprego do concreto projetado nessa localidade representa não apenas uma escolha técnica, mas também uma resposta estratégica aos desafios apresentados pelos taludes ao longo desse trecho da rodovia.

## CONTEXTO DE MARÍLIA E ASSIS

Marília destaca-se como um centro da indústria de alimentos. Com uma combinação de recursos agrícolas abundantes e uma infraestrutura logística eficiente, a cidade se tornou lar de uma variedade de empresas renomadas no setor. Desde processadoras de alimentos até fabricantes

de produtos gourmet, Marília abriga um leque de empreendimentos que contribuem de maneira expressiva para a economia. A presença da indústria não apenas fortalece a



Fig. 2: Vista aérea dos taludes rodoviários.

base econômica da cidade, mas também desempenha um papel crucial na criação de oportunidades de emprego para a comunidade local. Além disso, a sinergia entre a indústria e o setor agrícola fomenta uma cadeia de abastecimento integrada, impulsionando o desenvolvimento tanto da produção agrícola quanto das atividades industriais.

Assis também se destaca como um importante polo econômico na região, impulsionando o desenvolvimento através de uma diversificada base industrial e comercial. A cidade destaca-se pela infraestrutura de transportes, representando um elo estratégico na distribuição de produtos. Com uma malha viária eficiente, linha férrea, Assis facilita o escoamento de mercadorias, promovendo a integração logística entre fornecedores, indústrias e mercados consumidores. Essa vantagem logística não apenas fortalece a economia local, mas também eleva Assis a um status comercial importante na região, contribuindo para a prosperidade tanto da cidade quanto das áreas circunvizinhas.

A sinergia entre as cidades de Marília e Assis estabelece uma aliança estratégica para a distribuição eficiente de produtos em escala global. A integração logística entre essas duas cidades, facilitada por malhas viárias eficientes e ferrovias, cria um ambiente propício para o escoamento rápido e eficaz de mercadorias. Essa colaboração não só fortalece as economias locais, mas também eleva a região a um patamar estratégico no cenário internacional da indústria de alimentos, contribuindo para a prosperidade conjunta e a expansão dos horizontes comerciais.

## NECESSIDADE DE AMPLIAÇÃO DA RODOVIA

Devido à importância econômica da indústria de alimentos e da infraestrutura de transportes de Marília e Assis, a expansão da rodovia nesse trecho tornou-se uma necessidade imperativa. Esse empreendimento envolveu não apenas a

duplicação da via, mas também a complexa tarefa de escavação e retaludamento das imponentes montanhas que delimitavam suas margens. Os taludes resultantes, predominantemente compostos por maciços rochosos, em especial arenito, exibiam algumas descontinuidades, fraturas e erosões superficiais, trazendo preocupações quanto a sua estabilidade.

Após as análises geotécnicas, tornou-se evidente que a proteção adequada desses taludes era uma prioridade. As características intrínsecas dos maciços rochosos, sujeitos a processos erosivos e fraturas, demandavam uma abordagem técnica para mitigar os riscos potenciais de erosão e deslizamentos.

Diante desse cenário, a opção pela aplicação de concreto projetado emergiu como uma solução eficaz. A técnica oferece não apenas uma camada protetora robusta contra erosão superficial, mas também se revela instrumental na consolidação estrutural dos taludes, promovendo sua estabilidade a longo prazo.

## DETALHES DO PROJETO

A Unicom Engenharia, reconhecida por sua expertise e pioneirismo na aplicação de concreto projetado por via úmida no Brasil, assumiu a responsabilidade pela aplicação de concreto projetado, solo grampeado e instalação de drenos superficiais e profundos em um projeto de magnitude notável.

O escopo abrangente do projeto compreendeu 10 trechos distintos, totalizando a intervenção em 16 taludes, cada um apresentando alturas variáveis entre 10 e 38 metros (33 e 125 pés). Os ângulos de inclinação desses taludes variaram consideravelmente, situando-se entre 45° e 70°, acrescentando uma camada adicional de complexidade à execução do projeto. A extensão total do projeto foi de aproximadamente 2.670 metros (1,7 milhas), sinalizando a escala do desafio.

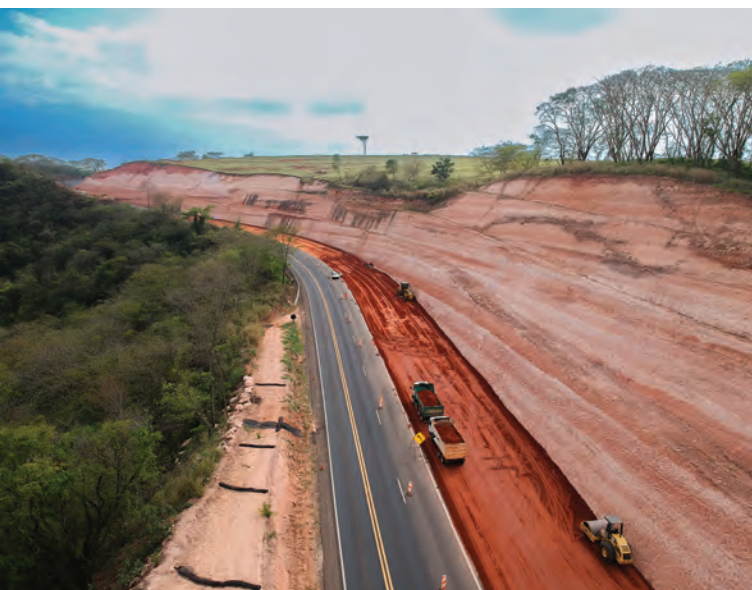


Fig. 3: Processo de escavação e retaludamento para ampliação da rodovia.



Fig. 4: Processo de escavação e retaludamento por outra perspectiva.



Trechos (Sistema Métrico)										
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
	341+800	341+200	341+200	362+000	363+400	363+800	364+000	364+100	371+000	350+000
	Oeste	Oeste	Leste	Oeste	Oeste	Oeste	Leste	Leste	Oeste	Leste
<b>Taludes</b>	5	2	4	1	1	1	1	1	2	2
<b>Altura</b>	38 m	15 m	25 m	10,5 m	17 m	12 m	18 m	18 m	12 m	10 m
<b>Ângulo</b>	50°-70°	45°-50°	50°-60°	50°-55°	55°	60°	65°	50°	45°	45°
<b>Extensão</b>	420 m	250 m	630 m	170 m	170 m	170 m	240 m	120 m	300 m	200 m

Trechos (Sistema Imperial, aproximado)										
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
	341+800	341+200	341+200	362+000	363+400	363+800	364+000	364+100	371+000	350+000
	Oeste	Oeste	Leste	Oeste	Oeste	Oeste	Leste	Leste	Oeste	Leste
<b>Taludes</b>	5	2	4	1	1	1	1	1	2	2
<b>Altura</b>	124 pés	49 pés	82 pés	34 pés	55 pés	39 pés	59 pés	59 pés	39 pés	32 pés
<b>Ângulo</b>	50°-70°	45°-50°	50°-60°	50°-55°	55°	60°	65°	50°	45°	45°
<b>Extensão</b>	459 jardas	273 jardas	688 jardas	185 jardas	184 jardas	184 jardas	262 jardas	131 jardas	328 jardas	218 jardas

Tabela 1: Dados sobre os trechos previstos no projeto. Inclui medidas no sistema imperial.

## PRINCIPAIS DESAFIOS

Um dos desafios preeminentes enfrentados durante a execução desse projeto foi a aplicação de concreto projetado em áreas de difícil acesso, especialmente no trecho mais elevado, atingindo 38 metros (125 pés) de altura. A complexidade dessa tarefa exigiu a mobilização de um guindaste para superar as restrições de acesso, elevando a necessidade dos critérios de segurança no trabalho, certificados para lidar com essa operação específica.

A certificação dos critérios de segurança foi essencial não apenas para garantir a proteção dos trabalhadores envolvidos, mas também para assegurar a integridade



Fig. 5: Aplicação de concreto projetado com guindaste.

estrutural durante a aplicação do concreto projetado em áreas de difícil alcance. A combinação de alturas significativas e locais remotos exigiu uma abordagem com os mais elevados padrões de segurança e eficiência operacional.



Fig. 6: Aplicação de concreto projetado usando um robô de projeção.

Além disso, a gestão eficiente do tempo revelou-se outra faceta desafiadora deste projeto. A Unicom adotou uma abordagem simultânea em três frentes de concreto projetado, implementando técnicas, como rapel, plataforma





Fig. 7: Aplicação de concreto projetado pela técnica de rapel.

articulada e um robô de projeção de concreto. Essa estratégia multifacetada permitiu que a equipe alcançasse uma produtividade considerável, exemplificada pelo volume de 72 m<sup>3</sup> (94 yd<sup>3</sup>, jardas cúbicas) de concreto projetado aplicado em um único dia de trabalho de oito horas de atividade.

A complexidade do projeto se acentuou em determinadas áreas, exigindo uma abordagem específica para a recomposição dos taludes. Em certos locais, a equipe optou pela técnica de "Rip Rap", envolvendo a aplicação de sacos de solo e cimento para reforçar e recompor os taludes.

A resistência à compressão necessária para o concreto projetado no projeto era de 25 MPa (3600 psi, libra-força por polegada quadrada) aos 28 dias. Como uma medida adicional para aprimorar a qualidade do concreto, incorporou-se microfibras sintéticas de polipropileno ao traço, na proporção de 5 kg/m<sup>3</sup> (8.5 lbs/yd<sup>3</sup>, libras por jarda cúbica) de concreto. Essa adição visa diminuir o índice de fissuras causadas pela retração, contribuindo assim para a durabilidade e integridade estrutural do material.

Além disso, a presença de pontos com água emergente nos taludes introduziu desafios adicionais. Para superar essa condição específica, foi incorporado aditivo acelerador de pega durante a projeção do concreto. Essa medida não apenas facilitou a aplicação eficiente do material em áreas úmidas, mas também contribuiu para a rápida obtenção de resistência necessária, mitigando os impactos potenciais causados pela água.

O serviço de solo grampeado abrangeu uma série de etapas, iniciando-se com a preparação do terreno. A fase



Fig. 8: Aplicação de concreto projetado com plataforma articulada.



Fig. 9: Aplicação de concreto projetado com caminhão Munk.





Fig. 10: Inclinção após aplicação de concreto projetado.

seguinte compreendeu a perfuração em rocha, um processo destinado à criação de furos para a instalação dos chumbadores. A injeção de calda de cimento, reforçou a aderência dos chumbadores à rocha, solidificando sua função estabilizadora.

Para assegurar a plena funcionalidade do sistema, implementou-se a instalação de drenos superficiais, um mecanismo eficaz para gerenciar o escoamento de água e prevenir possíveis problemas de saturação do maciço. Além disso, foram instalados drenos sub-horizontais profundos em áreas que demandavam controle do nível freático. A aplicação de tela de aço complementou esse processo, proporcionando uma camada adicional de resistência e suporte à estrutura. O estágio final desse procedimento envolveu a aplicação de concreto projetado, consolidando assim todas as medidas adotadas para garantir a eficácia e a durabilidade do sistema.

A validação da eficiência do sistema de solo grampeado foi realizada por meio de ensaios de arrancamento. Esses testes são fundamentais para avaliar a qualidade da interação do solo com a calda de cimento, garantindo não apenas a estabilidade imediata, mas também a durabilidade a longo prazo da intervenção realizada.



Fig. 11: Outra vista do talude após a aplicação do concreto projetado.



Fig. 12: Vista aérea do talude concluído.

## RESULTADOS

A Unicom Engenharia realizou a aplicação de 2866 m<sup>3</sup> (3750 yd<sup>3</sup>, jardas cúbicas) de concreto projetado, abrangendo uma extensão de 31.220,15 m<sup>2</sup> (336.000 ft<sup>2</sup>, pés quadrados), além de incorporar 310,00 m<sup>2</sup> (3400 ft<sup>2</sup>, pés quadrados) de solo grampeado, envolvendo perfuração em rocha e a colocação de 708 m (2320 ft, jardas) de chumbadores, com a injeção de 29.800 kg (65.700 lbs, libras) de cimento na calda correspondente. Essa atividade foi complementada pela instalação de 986 m (3230 ft, jardas) de drenos superficiais, 674 m (2210 ft, jardas) de drenos sub-horizontais profundos e a recomposição de 290 m<sup>3</sup> (380 yd<sup>3</sup>, jardas cúbicas) do talude por meio de sacos de solo-cimento (Rip Rap).

O volume significativo de concreto projetado aplicado e os desafios superados durante essa intervenção ressaltam a crescente importância dessa tecnologia para a infraestrutura no Brasil. Mais do que uma simples solução construtiva, o concreto projetado revela-se como um elemento importante para o desenvolvimento regional e a expansão das redes rodoviárias.

Além disso, a expansão das rodovias, facilitada pela aplicação do concreto projetado, desempenha um papel



Fig. 13: Outra vista aérea do talude concluído.

estratégico na facilitação do escoamento de produtos agrícolas e alimentícios. Este fluxo eficiente contribui para a sustentabilidade dos setores, permitindo que os produtos alimentícios cheguem aos mercados de maneira rápida e eficaz. Dessa forma, a infraestrutura reforçada não apenas beneficia a economia regional, mas também desempenha um papel global ao alimentar milhares de pessoas em todo o mundo.

## PROJETO INTERNACIONAL DESTAQUE 2023

### *Projeto*

**Concreto Projetado como Proteção de Taludes  
Rodoviários no Brasil**

### *Localização do Projeto*

**Rodovia SP 333, São Paulo, Brasil**

**Empresa de Concreto Projetado  
Unicom Construções e Tecnologias  
Construtivas LTDA**

**Fornecedor de Materiais  
MCC Muriam Concreto LTDA**

**Empreiteiro Geral  
Entrevias Concessionária de Rodovias S.A.**

**Proprietário  
Entrevias Concessionária de Rodovias S.A.**



**André Bezerra de Menezes** é Engenheiro Civil formado pela Universidade Estadual Paulista - UNESP, considerada uma das principais universidades do Brasil. Durante sua graduação, atuou como CEO da Pro Junior - Projetos e Consultoria, destacando suas habilidades excepcionais de liderança. Atualmente, ocupa o cargo de Diretor

de Engenharia e Co-Proprietário na Unicom Engenharia, onde acumulou ampla experiência em projetos envolvendo concreto projetado, solo grampeado, cortinas atirantadas, entre outros. Sob sua liderança, a Unicom Engenharia experimentou um crescimento exponencial e obteve reconhecimento internacional.



**Juliana Borella de Menezes** é Engenheira Civil, graduada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC CAMPINAS. Ela possui MBA em Economia e Gestão de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, uma das mais prestigiadas escolas de negócios do Brasil. Juliana atua como Gerente Comercial e Co-Proprietária da Unicom Engenharia, trazendo ampla

experiência para a liderança comercial de projetos de infraestrutura, incluindo concreto projetado, solo grampeado, cortinas atirantadas, entre outros. Sob sua gestão, a Unicom consistentemente alcançou e superou metas ambiciosas, impulsionando a empresa para uma proeminência cada vez maior no setor.



**Lucas Passos Santana**, Engenheiro Civil, obteve seu diploma no Centro Universitário de Itajubá - FEPI, com parte de seus estudos realizados na Budapest University of Technology and Economics - BME (Hungria/UE). Ele possui mestrado em Engenharia de Infraestrutura pela Széchenyi István University (Hungria/UE). Lucas atua

como Engenheiro Geotécnico e lidera a equipe técnica da Unicom Engenharia. Sua proficiência abrange projetos envolvendo concreto projetado, solo grampeado e cortinas atirantadas. Lucas traz consigo uma riqueza de conhecimento e uma perspectiva internacional para sua função.