



AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES ANTT

**RECURSO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO RDT:
CAPACITAÇÃO EM AVALIAÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS E
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO**

RELATÓRIO FINAL

Nova Lima/MG, Maio de 2019.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
INTRODUÇÃO	2
OBJETIVOS.....	2
JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA	3
DESENVOLVIMENTO DA CAPACITAÇÃO.....	4
CONCLUSÕES.....	13

INTRODUÇÃO

O presente relatório sintetiza as atividades desenvolvidas no âmbito da pesquisa RDT intitulada “Capacitação em avaliação de obras de arte especiais e estruturas de contenção” desenvolvida entre fevereiro e abril de 2019.

A referida capacitação contou com ciclos de palestras que abordaram as seguintes temáticas:

- Manutenção de Obras de Arte Especial;
- Dimensionamento Estruturas de contenção geotécnicas e novos materiais usados na estabilização de taludes.

O curso foi direcionado aos colaboradores da Agência ANTT e também engenheiros, técnicos e estagiários da Concessionária VIA040.

OBJETIVOS

O objetivo do curso foi o de realizar a capacitação de técnicos rodoviários nas seguintes temáticas: Manutenção de Obras de Arte Especial e Estruturas de contenção geotécnicas e novos materiais usados na estabilização de taludes.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A crescente renovação nos quadros técnicos de órgãos públicos, de empresas concessionárias de rodovias, o que associado à celeridade do meio técnico que lança novas ferramentas tecnológicas a todo instante inspira a necessidade de continuada capacitação para acompanhamento da tecnologia disponível. Com isto, valer-se das mais atuais modalidades de estudo acerca de Obras de Arte Especiais e contenções de taludes é uma necessidade que pode ser ultrapassada com educação continuada.

Os cursos in company vem neste cenário para customizar demandas, associar disponibilidades e alcançar grupos que sem uma oportunidade personalizada para sua demanda deixaria de angariar estes novos conhecimentos. Assim, o curso foi desenhado de forma a contemplar uma parte de formação teórica/prática para conhecimento de problemas do dia-a-dia da concessionária e da ANTT.

DESENVOLVIMENTO DA CAPACITAÇÃO

O curso foi dividido em dois módulos, sendo o Módulo A - Manutenção de obras de arte especial e o Módulo B - Estruturas de contenção e novos materiais usados na estabilização de taludes.

Conforme previsto no plano de trabalho, os pesquisadores sugeridos aceitaram os convites para participação do ciclo de apresentações que formou uma espécie de oficina com palestras expositivas, debate sobre problemas reais do dia-a-dia do engenheiro rodoviário nas temáticas propostas e também visitas em obras.

Afim de disseminar o conhecimento, foram realizadas gravações de ambos os módulos. Os vídeos e materiais didáticos se encontram no pen drive que foi entregue junto a este relatório.

Abaixo é detalhado os temas abordados em cada módulo:

MÓDULO A - MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAL

Os palestrantes que ministraram este módulo foram:

- Prof. José Eduardo de Aguiar
- Prof. Marco Túlio Fleury de Carvalho
- Prof. Raphael Carvalho

Segue conteúdo:

- a) Conceitos Gerais e Elementos para Elaboração de Projeto - Parâmetros Dimensionamento: Foram apresentados os conceitos básicos de uma OAE e discutidos os principais parâmetros para elaboração de projetos de pontes
- b) Solicitações das pontes: Foi feita uma abordagem sobre cargas atuantes nas pontes e a natureza mecânica destas
- c) Superestrutura das Pontes: Apresentou-se os tipos de superestrutura de pontes, métodos executivos e conceitos para dimensionamento de vigas, com recapitulação dos principais conceitos de cálculo estático, com ênfase nas linhas de influência.
- d) Mesoestrutura das Pontes: Foram abordados os aspectos construtivos e de projeto de pilares de pontes, descrição das teorias de distribuição de esforços e apresentação resumida dos critérios de dimensionamento de pilares.
- e) Infraestrutura das Pontes: Apresentou-se os critérios de dimensionamento e métodos executivos dos principais tipos de fundações utilizadas em pontes. Visto que as fundações podem ser apoiadas em diversos tipos de terreno (solo mole, colúvio e outros), serão discutidos os principais aspectos geotécnicos que governam a estabilidade das fundações.
- f) Comportamento, Inspeção, Conservação e Manutenção de Pontes: Foram apresentados os conceitos básicos sobre a composição das pontes e sobre os elementos que

requerem inspeções periódicas, identificando as atividades de manutenção que podem garantir a funcionalidade dos elementos por um período de tempo maior.

- g) Norma Brasileira 9452-2016: Discutiu-se todos os requisitos a Norma Brasileira 9452-2016 – Inspeção de pontes de concreto, abordando as inspeções de rotina, especiais e extraordinárias
- h) Previsão de vida útil de concreto: Foram expostos os modelos matemáticos utilizados para os estudos de previsão de vida útil das estruturas de concreto
- i) Durabilidade das estruturas de concreto: Abordou-se os principais conceitos de durabilidade das estruturas de concreto, apresentados os ensaios e testes utilizados para avaliar a durabilidade
- j) Visita técnica de campo: Foi realizada uma visita técnica na Ponte sobre o Córrego Tabatinga (figura 01), quando foram observadas diversas anomalias como descalçamento dos taludes por causa de turbilhonamento do córrego, armaduras expostas em processo de corrosão, fissuras, destacamento do concreto por ação de fogo, deterioração por falta de pingadeiras e buzínos curtos. Os alunos tiveram a oportunidade de praticar como é feita a elaboração da nota do estado de conservação da ponte.

As listas de participantes deste curso se encontram no anexo 01.



Figura 1 - Local da visita técnica na Ponte sobre o Córrego Tabatinga



Figura 2 - Ministração do Módulo A – Profs. Convidados



Figura 3 - Ministração do Módulo A – Profs. Convidados



Figura 4 - Visita técnica na Ponte sobre o Córrego Tabatinga



Figura 5 - Visita técnica na Ponte sobre o Córrego Tabatinga



Figura 6 – Coffee Break

MÓDULO B – ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO E NOVOS MATERIAIS USADOS NA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

Os palestrantes convidados a participarem deste módulo foram:

- Prof. Cleber de Freitas Floriano
- Prof. Lucas Siscate Bohrer

Segue conteúdo abordado no curso:

- a) Abertura – Problemas e desafios da geotecnia: Neste tema foi abordado uma introdução aos problemas de geotecnia de taludes e encostas rodoviárias, buscando trazer a importância do conhecimento local sobre os materiais (solos e rochas) e a necessidade de vincular conhecimentos multidisciplinares na avaliação de planejamento, diagnóstico e remediação no que tange à geotécnica de trechos rodoviários.
- b) Considerações importantes para um projeto: Neste tema, mostrou-se a importância do planejamento estratégico, do conhecimento teórico sobre os princípios da mecânica dos solos e das rochas nos projetos nas avaliações de projetos, como por exemplo o diagnóstico geológico, a obtenção e interpretação de parâmetros geotécnicos adequados e compatíveis e principalmente o entendimento fenomenológico e mecânico.
- c) Estabilidade de talude de solo: Apresentou-se os principais mecanismos de ruptura e movimentos de massa, bem como foram apresentados os princípios teóricos que regem as soluções de engenharia para a estabilização de solos. Também, mostrou-se os métodos de cálculo para estabilidade de taludes, com foco na metodologia aplicada no uso do software de demonstração de verificação de Fator de Segurança.
- d) Treinamento com software (parte 1): Com a base teórica e outros tópicos relacionados, buscou-se conceituar a ideia de segurança quanto ao fator de segurança de um talude rodoviário. O software utilizado MacStars200 é livre e produzido pela empresa Maccaferri.
- e) Revestimento de Taludes para controle de erosão: Foi exposto os problemas de erosão em taludes, o conceito e mecanismos. Após, apresentou-se os materiais que são utilizados nas técnicas de controle de erosão, bem como metodologias para o dimensionamento mecânico. Por fim, alertou-se da necessidade de controlar as condicionantes intrínsecas do solo para que a proteção vegetativa, como solução, se desenvolva adequadamente.
- f) Estruturas de contenção por gravidade e casos de obra: Neste tema, apresentou-se os diversos tipos de estruturas de contenção por gravidade, dando destaque aos tipos de contenção por gravidade em pauta no mercado. Depois, apresentou-se a teoria para o dimensionamento destas estruturas, o que as normas informam quanto aos fatores de segurança exigidos, bem como os ambientes em que estes tipos de contenção são aplicados. Mostrou-se, ainda, detalhes de projetos importantes referentes aos sistemas de drenagem e construtivos. Por último, pode-se destacar o caos de obra apresentados.

- g) Treinamento com software (parte 2): Com a base teórica e outros tópicos relacionados, buscou-se exemplos de algumas situações corriqueiras em trechos rodoviários, onde é necessário a contenção de gravidade. Utilizando o software livre, GawacWin da empresa Maccaferri, pode-se aplicar diretamente situações práticas recorrentes em trechos rodoviários. O software tem verificação específica para muros de gabião.
- h) Estruturas de contenção em Solo Reforçado e casos de obra: Neste tema, apresentou-se os diversos tipos de estruturas de contenção em solo reforçado, dando destaque aos tipos de contenção em pauta no mercado e o uso de reforços com diferentes materiais. Depois, apresentou-se à teoria para o dimensionamento destas estruturas, o que as normas nacionais e internacionais informam quanto aos fatores de segurança exigidos, bem como os ambientes em que estes tipos de contenção são aplicados. Mostrou-se, ainda, detalhes de projetos importantes referentes aos sistemas de drenagem e tapas construtivas. Por último, pode-se destacar os casos de obras apresentados.
- i) Treinamento com software (parte 3): Com a base teórica e outros tópicos relacionados, buscou-se exemplos de algumas situações corriqueiras em trechos rodoviários, onde é necessário utilizar contenção do tipo solo reforçado. Utilizando o software livre, MacStar2000 da empresa Maccaferri, pode-se aplicar diretamente situações práticas recorrentes em trechos rodoviários. O software realiza as principais verificações com enfoque específico no tipo de contenção em solo reforçado com malha hexagonal de dupla torção, bem como o uso de reforços com geossintéticos.
- j) Vista técnica à obra de contenção de cortina atirantada no km 590 da BR-040/MG: O grupo se deslocou da sede da Via 040 pela manhã em direção ao km 590 da BR-040/MG. No local foi vista uma obra em etapa final de uma cortina atirantada, executada pela empresa SOPE a partir da ruína de uma contenção antiga. Os detalhes da obra, de domínio da Via 040, foram apresentados e discutidos em campo, bem como apontado a importância do diagnóstico. Também, foi apresentado uma contenção em solo grampeado à poucos metros da cortina e ainda foi discutida a instrumentação da obra.
- k) Introdução à Mecânica das rochas, Mecanismos de Ruptura em rocha e soluções para problemas: Neste tema, e neste turno, dedicou-se a atenção aos problemas relacionados aos maciços rochosos. Primeiramente, foi apresentada uma introdução do assunto e a relação forte que este tema tem com a geologia local. Em segunda etapa foi apresentado os principais mecanismos de ruptura em rocha, como tombamentos, quedas e movimentos translacionais. Para cada um destes casos foi apresentada as principais soluções, bem como destacada as soluções que foram de experiência da empresa Maccaferri.
- l) Treinamento com software (parte 4): Com a base teórica e outros tópicos relacionados, buscou-se exemplos de algumas situações corriqueiras em trechos rodoviários para casos de taludes rochosos, onde é necessário obter a segurança do talude através do equilíbrio limite. Dois softwares foram apresentados. Ambos de livre uso e fornecidos pela empresa Maccaferri. O MacRo1 e o MacRo2. O primeiro retrata um cenário de estabilização de taludes rochosos de forma ativa (malha chumbada), verificando a

capacidade de tela e chumbadores comerciais da empresa. O segundo retrata o uso de telas passivas (rede guarda pedras) com um nível de ancoragem e gerenciamento de quedas de blocos.

- m) Instrumentação em taludes e encostas: o fechamento do curso ficou com uma aula complementar sobre instrumentação de taludes e encostas. Neste contexto, foi apresentado os principais instrumentos utilizados para monitoramento de encostas, bem como foi apresentada as suas aplicações. Nesta aula, houve a oportunidade de demonstração dos instrumentos adquiridos pela concessionária.

As listas de participantes deste curso se encontram no anexo 02. Segue fotos do Módulo B:



Figura 7 - Ministração do Módulo B – Profs. Cleber Floriano e Lucas Boher



Figura 8 - Ministração do Módulo B – Prof. Lucas Boher



Figura 9 - Ministração do Módulo B – Prof. Cleber Floriano



Figura 10 - Ministrante Cleber Floriano



Figura 11 - Vista técnica na Obra do Km 590+00 - BR 040



Figura 12 - Coffee Break

CONCLUSÕES

O resultado de maior relevância é a capacitação de pessoal com conhecimento no campo da Engenharia Rodoviária, através de um ciclo de palestras e visitas técnicas. A experiência com uso deste formato de capacitação vem se consolidando como de grande valia na formação de profissionais para aprendizado de novas técnicas, networking, motivação para desenvolvimento da área rodoviária e um momento de discussão sobre as tecnologias que ainda apresentam uso restrito. Isto promove adicionalmente um *brainstorming* para aplicação dos novos conhecimentos com mais segurança, alcançando aos técnicos capacidade de avaliação e debate destas com outros profissionais da engenharia.

De uma forma direta, em toda a capacitação o maior produto formado é de fato o conhecimento adquirido por todos os envolvidos no projeto. Com os objetivos desta capacitação atingido, todas as aulas realizadas perfazendo um total de 50ha, cumprindo o plano de trabalho proposto.