

revista

aeasc.com

Edição nº

Ano XIX

Junho 2018

24

# ESTRUTURA DE CONTENÇÃO DE VALAS

# Diretoria AEASC

Triênio 2017-2019

ENG.º CIVIL DOUGLAS BARRETO

Presidente

ENG.º CIVIL AGNALDO JOSÉ SPAZIANI

Primeiro Vice-Presidente

ARQUITETA LUCIANA LOCACHEVIC DA SILVA

Vice Presidente de Arquitetura

ENG.º AGRÔNOMO ALESSANDRO DI SALVO

Vice Presidente de Agronomia

GEÓLOGO LAERT RIGO JUNIOR

Primeiro Secretário

ENG.º ELETRICISTA MARCIO BORGES BARCELLOS

Primeiro Tesoureiro

ENG.º DE MATERIAIS ADEMIR ZANOTA

Diretor Social

ENG.º MECÂNICO EVERTON GIANLORENÇO

Diretor Cultural

ENG.º CIVIL ANDRÉ LUIS FIORENTINO

Adjunto Diretor Cultural

ENG.º CIVIL ANDRÉ MORETTI

Adjunto Diretor de Esportes

ENG.º ELETRICISTA EDGAR ARANA

Diretor de Patrimônio

ENG.º CIVIL WALTER BARÃO FRANÇA

Adjunto Diretor de Patrimônio

ESTUDANTE HELDER VASCONCELOS ALVES

Diretoria Junior

## CONSELHO DELIBERATIVO

ENG.º CIVIL SIMAR VIEIRA DE AMORIM

Primeiro Titular

ARQ. HELENA REGINA FRASNELLI FERNANDES

Segundo Titular

ARQ. FLAVIO FERNANDES

Terceiro Titular

ENG.º MEC. DINIZ AMILCAR MATIAS FERNANDES

Quarto Titular

ARQ. ELISABETH BRIGIDA BOTTAMEDI

Quinto Titular

ENG.º CIVIL JOSÉ CARLOS PALIARI

Primeiro Suplente

ENG.º CIVIL JOSÉ BERNARDES FELEX

Segundo Suplente

ENG.º ELET. CARLOS ROBERTO PERISSINI

Terceiro Suplente

## CONSELHO CONSULTIVO

Eng.º Agrônomo Giuliano Hildebrand Cardinali

Eng.º Civil Mauro Augusto Demarzo

Arq. Reginaldo Peronti

Eng.º Civil Carlos Alberto Martins

Eng.º Agrônomo José Carlos Vareda

Eng.º Civil e Segurança Silvio Coelho

Eng.º Civil Laercio Ferreira e Silva

Eng.º Civil André Luis Fiorentino

Eng.º Civil Miguel Guzzardi Filho

Eng.º Civil e Seg. Marcio Luis de Barros Marino

Eng.º Civil José Eduardo de Assis Pereira

Eng.º Civil Mauro Eduardo Rossit

Eng.º Civil Marco Antonio Nagliati

Eng.º Agrimensor Marcio Miceli Domeniconi

Eng.º Civil Nelson Lages

Eng.º Civil José Fernando Martinez

Eng.º Civil João Otavio Dagnone de Melo

## CONSELHEIROS DO CREA-SP

Eng.º Civil José Eduardo de Assis Pereira - AEASC

Eng.º Civil Douglas Barreto - UFSCAR

Eng.º Civil Paulo César Lima Segantine - EESC/USP

Eng.º Agr. Juliana Maria Manieri Varandas - UNICEP

## INSPEÇÃO CHEFE DO CREA-SP UGI SÃO CARLOS

Eng.º Civil Caio Gustavo Pereira Denari

# ÍNDICE

Crea-SP conclui Planejamento Estratégico.....	03
Perfil: Antônio César Pedrini .....	04
Centro de São Paulo tem exemplos de recuperação de áreas como saída para a falta de moradia .....	07
Estruturas de Contenção de Valas.....	08

## Editorial

Prezados Associados,

Mais uma edição de nossa Revista! Com uma novidade na Seção Perfil, que passamos a reportar aos nossos Associados, apresentando os pontos de vista e experiência profissional. Começamos com o Antônio César Pedrini, engenheiro eletricista, atuante na área de energias renováveis. O CREA-SP, inova ao fazer um Planejamento Estratégico, o que representa uma importante ação tendo em vista a gestão das atividades e recursos do maior conselho de profissionais do país. A falta de moradia para uma grande parcela da população urbana tem provocado grandes discussões nos meios de engenharia e arquitetura.

O recente desastre no centro de São Paulo, despertou a atenção para o problema de ocupações de prédios, onde, às vezes, tem suas funções alteradas e provocam situações de risco.

Apresentamos uma matéria sobre o assunto que visa indicar exemplos de recuperação de áreas para moradias.

Além disso, também tem o artigo do Prof. Mauro Demarzo, sobre contenção de va-



las. Enfim, estamos atravessando 2018 com sua colaboração. Envie suas sugestões que sempre serão bem-vindas e importantes para a melhoria de nossa Associação. Boa leitura.

**Douglas Barreto**

*PS: O Livro de 45 Anos da Associação está pronto!*

revista  
**aeasc.com**

**Associação dos Engenheiros e Agrônomos de São Carlos**

Ouvidoria (críticas e sugestões)  
**aeasc@aeasc.net**

Telefone: 16 3368.1020  
Endereço: Rua Sorbone, 400  
Centreville, São Carlos - SP  
Cep: 13560-760

### Expediente:

O Revista AEASC.COM é publicação trimestral e de distribuição gratuita da Associação dos Engenheiros Agrônomos e Arquitetos de São Carlos, AEASC.

### Produção:

N2 Comunicação Integrada • 16 98148-9215

Editoração: Marcelo Turazzi • 16 98816.8884

Correção: Juliana Monteiro Dias • 16 99107-1320

### Jornalista Responsável:

Nívea Maria Noriega Lopes • MTB 19291

Tiragem: 2100 exemplares



Gestores reunidos na Sede Angélica do Conselho, para elaboração do planejamento estratégico



## Crea-SP conclui Planejamento Estratégico

### CREA-SP Plano define objetivos e metas para triênio 2018-2020

O Crea-SP concluiu, em 24 de abril, seu Planejamento Estratégico, que estabelece metas e objetivos para o triênio 2018-2020. A implantação e o monitoramento do plano ficam a cargo da Divisão de Desempenho Institucional.

O planejamento é baseado em sete macro objetivos definidos pela Diretoria do Conselho. São eles:

1. Aperfeiçoar a interlocução com os profissionais, empresas, sociedade e instituições governamentais e não-governamentais;
2. Propiciar a atualização sistêmica e tecnológica com inserção e transformação digital da gestão;
3. Modernizar as ações fiscalizatórias e atendimentos;
4. Gerar maior eficiência e economicidade à Gestão, potencializando a receita e otimizando as despesas;
5. Aumentar a participação no ambiente regulatório;
6. Fortalecer a imagem institucional;
7. Desenvolvimento do Quadro Funcional do Crea-SP.

O Presidente do Crea-SP, Eng.º Vinicius Marchese Marinelli, reiteradamente tem se manifestado a respeito da importância do planejamento e da modernização da gestão do Crea-SP, com vistas a uma maior eficiência e melhor prestação de serviço aos profissionais da área tecnológica e à sociedade.

#### DESENVOLVIMENTO: OBJETIVOS ESTRATÉGICOS E METAS

A elaboração do plano contou com a participação dos gestores do Conselho, que se dividiram em grupos e desenvolveram cada um dos tópicos listados, propondo objetivos estratégicos, metas e plano de ação para cada um deles.

Além de estabelecer metas para o período trienal, o Planejamento Estratégico também atende a recomendações do Tribunal de Contas da União - TCU e da Controladoria Geral da União - CGU.

#### CONFIRA ABAIXO OS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS PARA CADA UM DOS MACRO OBJETIVOS:

1. Aperfeiçoar a interlocução com os profissionais, empresas, sociedade e instituições governamentais e não-governamentais;
  - A) Conhecer o cliente;
  - B) Fortalecer as relações internas e externas;
  - C) Fortalecer a imagem do Crea-SP;
  - D) Desenvolver política institucional;
2. Propiciar a atualização sistêmica e tecnológica com inserção e transformação digital da gestão;
  - A) Otimizar e desenvolver os sistemas;
  - B) Definir processos;
  - C) Integrar o profissional à plataforma digital do Crea-SP;
3. Modernizar as ações fiscalizatórias e atendimentos;
  - A) Padronizar as ações de fiscalização e atendimento no Estado;
  - B) Informatizar procedimentos de fiscalização e demais áreas finalísticas;
  - C) Ampliar ações de atendimento/fiscalização;
4. Gerar maior eficiência e economicidade à Gestão, potencializando a receita e otimizando as despesas;
  - A) Ampliar receita e reduzir as despesas operacionais;
  - B) Promover a sustentabilidade do Crea-SP para potencialização das atividades fins, evitando retrabalho;
  - C) Promover a desburocratização e qualificação do quadro funcional com foco na melhoria da eficiência;
5. Aumentar a participação no ambiente regulatório;
  - A) Gestão política dos interesses da categoria;
6. Fortalecer a imagem institucional;
  - A) Ser percebido como entidade que gera e agrega valor à sociedade;
  - B) Ser inserido nas discussões dos grandes temas nacionais;
7. Desenvolvimento do Quadro Funcional do Crea-SP;
  - A) Aprimorar e desenvolver;
  - B) Reconhecer e valorizar.



## Perfil

# Antônio César Pedrini

**E**ngenheiro Eletricista formado pela Faculdade de Engenharia de São José dos Campos. Pós-graduado em Micro-ondas pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica, iniciou suas atividades como Engenheiro Auditor de Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) da LUCENT Technologies (AT&T), onde implantou o SGQ de acordo com a ISO 9001. Também nesta área, como Gerente da Qualidade Consultor da Qualidade, foi o responsável por implantar o SGQ nas Unidades de Pintura das plantas da FIAT em Córdoba e da Peugeot Citroen em Palomar, ambas na Argentina. Na Peugeot Citroen do Brasil foi Gerente da Qualidade de Projetos e trabalhou no planejamento da qualidade de projetos de motores flex com alto torque e baixo consumo. Fundador da 2E Eficiência Energética, empresa criada para diagnosticar oportunidades de melhorias na gestão de energia, Antônio César Pedrini é o perfil escolhido para esta edição da revista aeasc.com.

### 1) Conte sua história profissional, desde a formação até os dias de hoje.

Sou Engenheiro Eletricista formado em 1982 pela Faculdade de Engenharia de São José dos Campos e com mestrado em Micro-ondas pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1984.

Meu histórico profissional começou no Instituto de Atividades Espaciais (IAE) do Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) em 1981, realizando pesquisa e desenvolvimento em materiais aplicados em alta tensão. Em 1985, passei a aplicar meus conhecimentos na Avibras Indústria Aeroespacial, projetando e ensaiando produtos eletrônicos militares.

Em 1990 passei a trabalhar na subsidiária da Siemens denominada Maxitec, fabricante de produtos para automação. Minha atuação foi organizar o sistema da qualidade para certificação ISO série 9000.

Em 1992, comecei a trabalhar na empresa STC Telecomunicações, fabricante de centrais telefônicas para o sistema Telebrás. Atuei como gestor da implantação do sistema da qualidade ISO 9002. Certificação atingida em 1995, quando a AT&T (empresa americana)

comprou a STC Telecomunicações e passou a transferir tecnologia para as centrais locais.

Em 1998, passei a trabalhar na recém criada Peugeot Citroen do Brasil. Atuei por 17 anos em três diretorias diferentes. Inicialmente, na diretoria de Desenvolvimento e Seguimento de Fornecedores para fornecimento de peças automotivas locais. Na sequência, na de Compras atuando na implantação junto aos fornecedores da ISO 16.949 e, por último, na diretoria de Desenvolvimento da Qualidade de Projetos de Motores Flex e Motores Turbo com 3 pistões.

A partir de 2016 comecei a planejar a criação de uma microempresa voltada para a eficiência energética de residências, comércio, micro e pequenas empresas. Participei de cursos de Design e Instalação de Sistemas de Geração de Energia Fotovoltaica no SENAI em Pirituba (São Paulo).

A partir de 2017 e, até os dias atuais, estou realizando curso de Pós Graduação e Eficiência Energética,

passando pelos respectivos SENAI em Pirituba (Energia), Ipiranga (Refrigeração, Climatização e Ventilação), Vila Mariana (Gerenciamento de Projetos PMBOK e Engenharia Econômica) e São Caetano do SUL (Qualidade da Energia, Diagnóstico, Ar Comprimido e Vapores). Está prevista uma vivência na área de Eficiência Energética na Alemanha em Março/2019. O término da Pós está previsto para Novembro/2017 e com a entrega do TCC prevista para Abril/2019.

## 2) Qual seu campo de especialidade? Como é esse Mercado?

Minha especialidade é a Gestão da Energia, segundo a ISO 50001.

Este mercado é promissor, pois temos um enorme desafio no sentido de diagnosticar onde há vazamentos/perdas de energia e como solucioná-las, por meio de projetos robustos e aplicação de novas tecnologias de

materiais, produtos e sistemas.

## 3) Como você vê a importância do profissional de Engenharia para o país? Você acha que ele é valorizado?

Em todas as áreas os respectivos profissionais são muito importantes e, é lógico, não seria diferente com os engenheiros. Estes são os responsáveis por projetar e, após muitos testes e adequações, colocar em prática estes projetos que facilitam a vida das pessoas e da sociedade.

Por outro lado, não acho que estes profissionais sejam valorizados, pois a nossa cultura, infelizmente, é sempre dar um "jeitinho" ou fazer uma "gambiarra" para algo continuar funcionando até acontecer o mal inevitável. Mas, temos que lutar contra esta si-



tuação e fazer valer as normas, procedimentos, regras, comportamentos para que a sociedade reconheça e valorize estes profissionais de maneira legítima.

#### 4) Qual a perspectiva de Mercado hoje para os Engenheiros?

A retomada e a perenidade do crescimento brasileiro passam pela criação e execução de projetos a serem conduzidos pelos engenheiros. Então, acredito que tenham uma boa perspectiva de mercado a médio e a longo prazos.

#### 5) Como foi sua aproximação com a AEASC? Você participa dos eventos e reuniões?

A minha aproximação com a AEASC foi com a finalidade de participar de eventos que fomentem o conhecimento técnico, de participar de reuniões que visam sugerir propostas viáveis para a sociedade e compartilhar experiências com outros profissionais. Participo das reuniões semanais e também dos eventos técnicos, culturais que proporcionam a difusão do conhecimento e a valorização da categoria profissional.

*"Este mercado é promissor, pois temos um enorme desafio no sentido de diagnosticar onde há vazamentos/perdas de energia e como solucioná-las"*

#### 6) Qual a importância que você vê na existência de entidades como a AEASC?

A existência da AEASC é importante, pois promove a integração profissional, defende os direitos e deveres dos profissionais, opina e sugere alterações nas normas técnicas que devem facilitar a vida da sociedade. Além de promover palestras, cursos, workshops, estudos ampliando a capacitação dos profissionais.

#### 7) Que conselho você deixa aos novos profissionais que estão entrando no mercado de trabalho?

Muita persistência. Muita capacitação.

Muito profissionalismo. Que tenham orgulho da profissão que escolheram e defendam a aplicação das melhores técnicas para a melhoria da vida da sociedade.

#### 8) Gostaria de falar mais alguma coisa?

Um tema que gostaria de expor e começar a ser mais explorado em nossa sociedade é sobre a energia. Esta é um insumo crítico na operação das organizações. Logo, os atores econômicos devem buscar o seu uso sustentável em toda a cadeia de fornecimento, desde a obtenção de matérias-primas até a reciclagem de materiais e produtos descartados. A temática energética também remete à relevantes mudanças climáticas. Portanto, a melhoria do desempenho energético pode representar benefícios importantes por meio da racionalização do uso dos recursos energéticos e outras providências vinculadas à redução do consumo e aumento da eficiência.



## Centro de SP tem exemplos de recuperação de áreas como saída para a falta de moradia

**O** incêndio e desabamento do edifício Wilton Paes de Almeida, em São Paulo, trouxeram à tona a necessidade e a oportunidade de reformar prédios e recuperar áreas abandonadas nos centros das metrópoles brasileiras para transformá-los em moradias de interesse social. Há exemplos na própria capital paulista, como o do edifício Riachuelo.

“O centro tem uma infraestrutura excelente. Tem coleta de lixo, tem água, tem esgoto, tem linhas de metrô, mas sofre com espaços vazios, prédios abandonados, falta de conservação”, critica o arquiteto e urbanista Paulo Bruna, responsável pelo projeto de requalificação do Edifício Palácio do Comerciante Alexandre Marcondes Filho, conhecido como “Edifício Riachuelo”, na esquina da Rua Riachuelo com a Avenida 23 de Maio. O prédio, de 17 andares, abriga hoje 120 apartamentos de 46 a 52 m<sup>2</sup>.

“Um levantamento feito pelo Fábio Mariz, professor da FAU/USP, identificou 190 prédios na área central que poderiam ser transformados em habitações sociais. Não é preciso levar as pessoas para longe”, defende o profissional. Requalificado, o Riachuelo teve seus apartamentos vendidos a preços populares para pessoas cadastradas na lista da Prefeitura de São Paulo. As parcelas variam em torno de R\$ 200.

“Inicialmente, o prédio seria destinado ao programa de aluguel social, mas como houve a necessidade de demolir o Edifício San Vito, que ficava em frente ao Mercado Municipal, a Prefeitura decidiu transformar o Riachuelo em habitação definitiva e deu prioridade aos desalojados. O restante dos apartamentos foi vendido em menos de uma semana a moradores inscritos na lista. O interesse foi muito grande”, conta Paulo Bruna.

Paulo alerta, entretanto, para a necessidade de equipes multiprofissionais qualificadas, já que há diversos desafios técnicos. “Esse prédio foi construído em 1943. Nessa época, não tinha aço no país para construção. Precisávamos identificar a estrutura, mas os projetos tinham se

perdido ou jogados fora. A equipe fez do zero. Fizemos provas de carga com medidores de deformação em todos os andares. Como o prédio se mantinha íntegro e em boas condições com uma estrutura tão leve? Descobrimos que os engenheiros que o construíram fizeram paredes com tijolos maciços na perpendicular à fachada, fazendo a estrutura reagir à pressões externas como um contraventamento”, relata.

A solução foi a adaptação. “Não pudemos então tirar as paredes que dividiam os escritórios originais. Cada um dos 120 virou um apartamento com a metragem original”. Para o profissional, a Arquitetura Social representa um mercado em evidência. “São trabalhos relativamente mais difíceis. Você tem que ter muito mais capacidade de adaptação, mas há muito o que fazer nessa área. Há muitas possibilidades”.

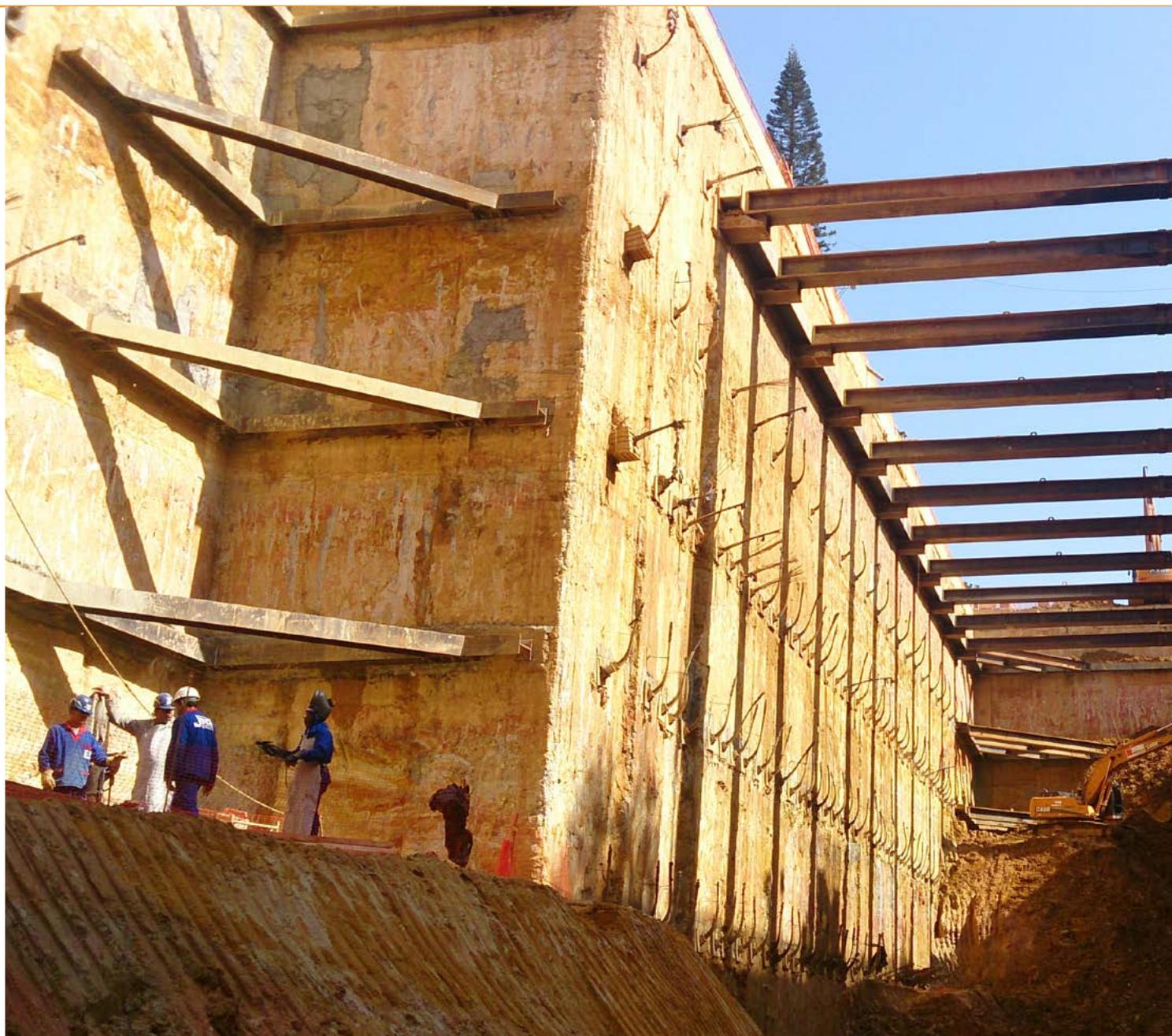
Na visão do arquiteto e urbanista Paulo Bruna, o desabamento no Largo do Paissandu expõe a necessidade de desocupar e investir rapidamente em reformas nos prédios ocupados no Centro para realocar pessoas sem moradia, a exemplo do Riachuelo.

“Não há outra via possível. É preciso que os moradores saiam para que sejam feitas avaliações e reformas e, quando voltarem, seja para um lugar com condições, para que possam ter segurança e cuidar. E geralmente cuidam muito bem, ao contrário do senso comum. Os moradores do Riachuelo se apropriaram do espaço, repintaram as paredes por dentro e ele continua conservado”, conta.

### SÉRIE ESPECIAL DE REPORTAGENS

Esta reportagem faz parte de uma série especial do CAU/BR e dos CAU/UF que está mostrando o trabalho de arquitetos e urbanistas que, superando orçamentos reduzidos e unificando diferentes opiniões, conseguiram desenvolver moradias dignas e de qualidade para as famílias de baixa renda.

**1 Edifício Riachuelo:** prédio de escritórios foi requalificado e reformado para moradia de 120 famílias (Foto: Paulo Bruna/Arquivo Pessoal). **2 Antes:** Edifício Riachuelo, construído em 1943, tinha janelas quebradas, fachada pichada e encanamentos furcados - água da chuva tomava conta da maioria dos pavimentos (Foto: Paulo Bruna/Arquivo Pessoal). **3 Planta do 14º andar do projeto de requalificação:** para manter a estrutura, paredes dos antigos escritórios não puderam ser derrubada (Imagem: Paulo Bruna/Arquivo Pessoal)



# ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO

- Marcelo Tacitano<sup>1</sup>
- Lie Tijiap Liung<sup>2</sup>
- Mauro Augusto Demarzo<sup>3</sup>

**N**os serviços realizados em valas, ocorrem, com relativa frequência, acidentes graves e fatais devido, principalmente, a deslizamentos de terra com consequentes soterramentos. Cabe destacar que, segundo o Comitê Permanente Nacional, os quatro tipos preponderantes de acidentes de trabalho no setor

são: quedas de grandes alturas; acidentes com eletricidade; equipamentos defeituosos e soterramentos. Desmoronamento e soterramento são os riscos principais e mais evidentes em obras de abertura de valas. Não há um aviso seguro do solo quando um talude irá romper-se (ruptura frágil) e os trabalhadores não têm tempo para saírem do trajeto do solo em movimento. Casos de soterramento são observados em várias obras do país e, o principal motivo para a ocorrência de tais acidentes, é a ausência dos sistemas de contenção de solo.

<sup>1</sup> Engenheiro Civil (USP); Engenheiro de Segurança do Trabalho (UNIP); Doutor em Engenharia Civil (UNICAMP)

<sup>2</sup> Engenheiro Eletro-Mecânico (UMC); Engenheiro Mecânico (JBC); Engenheiro de Segurança do Trabalho (FEI)

<sup>3</sup> Departamento Estruturas da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.



# DE VALAS

## ELEMENTOS DO SISTEMA DE CONTENÇÃO E METODOLOGIA DE CÁLCULO

Idealizada uma obra, deve-se definir o método construtivo, projetá-la e especificar materiais e serviços, de maneira que seja atingido o objetivo final através da ponderação conveniente dos seguintes fatores principais: rapidez de execução, economia e segurança adequada da obra. Há vários tipos e opções de estruturas de contenção. O primeiro estágio no projeto de tais estruturas é avaliar quais delas são as mais adequadas para a necessidade requerida. Os seguintes fatores influenciam a escolha do tipo de estrutura: as dimensões da escavação (profundidade, largura e comprimento); as pro-

priedades do solo na região; a sequência imposta pelo método construtivo; sobrecargas devidas ao trânsito local e aos equipamentos utilizados na obra; o regime do nível de água, quando presente na escavação; o tipo de escoramento; a presença de utilidades e edificações vizinhas; o clima (principalmente a temperatura, que pode duplicar os esforços nas estroncas); o tempo de construção (tanto de escavação, quanto de instalação do escoramento); técnicas construtivas e equipamentos disponíveis; experiência profissional e prática local e disponibilidade financeira.

Paramento, parede ou ainda cortina é a parte em contato direto com o solo a ser contido. É mais comumente vertical e formado por materiais como madeira, aço ou concreto ou ainda combinações destes. Pode ser contínuo ou descontínuo. Os escoramentos são destinados à estabilização do paramento e compõem-se dos seguintes elementos: Longarina é um elemento linear, longitudinal, em que a parede se apoia. É disposta horizontalmente e pode ser constituída de vigas de madeira, aço ou concreto armado; estroncas ou escoras são elementos de apoio das longarinas. Dispõem-se, no plano horizontal das longarinas, sendo perpendiculares a elas. Em geral, são constituídas de barras de madeira ou aço, porém existem também em concreto; tirantes são elementos lineares introduzidos no maciço contido e ancorados em profundidade por meio de um trecho alargado, denominado bulbo. Trabalhando à tração, podem suportar as longarinas em lugar das estroncas, quando essa solução for mais adequada.

A análise de paredes de contenção apresenta um grau de complexidade bastante grande. Assim, uma vez que o tratamento matemático é muito complexo, torna-se importantíssimo o desenvolvimento de uma metodologia de cálculo relativamente simples e de fácil utilização. A dificuldade da análise única e global de uma vala, reside no fato de ser ela uma estrutura com um sistema estático não perfeitamente definido, com cargas não determinísticas, agravada ainda por ser uma estrutura em constante mutação, à medida que a escavação vai se desenvolvendo e composta por solo que é um material de comportamento complexo. No tocante à estabilidade da parede, para uma maior aproximação à realidade, emprega-se métodos de cálculo evolutivos, a fim de se evitarem erros nas avaliações das solicitações por falhas dos métodos de cálculo mais simplistas. Os empuxos de solo que agem na contenção são função do peso próprio do solo, das sobrecargas e da presença de água. Esta relação entre deslocamentos e esforços, chamada de *interação solo-estrutura*, é que vai ditar o comportamento estrutural do conjunto. Devem ser abordados os vários mecanismos de ruptura da contenção, tais como a ruptura geral, a ruptura de fundo, o *piping* e, com maior ênfase, as ruínas devido a esforços solicitantes elevados nos membros da contenção (paramento e escoramento). Os deslocamentos nas

proximidades da vala que podem provocar fissuras nas edificações vizinhas também merecem atenção.

Tacitano (2006), além de discutir os vários métodos de cálculo de paredes de contenção, apresentou um programa computacional para o Cálculo Evolutivo de Deslocamentos e Esforços em Valas Escoradas, baseado em modelo unidimensional evolutivo, capaz de calcular e fornecer os deslocamentos e os esforços solicitantes em todos os elementos estruturais do sistema de contenção. Em face da plasticidade do solo e não-resistência das estroncas à tração e dos tirantes à compressão, recorre-se ao processo iterativo baseado no "Método de Newton-Raphson Modificado". Uma vez obtidos os deslocamentos, são calculados os esforços solicitantes da parede e dos escoramentos, bem como das pressões do solo. Com isso tem-se uma fase resolvida. Repetindo-se o processo até que as demais fases sejam completadas, resolve-se o problema por completo.

Os estudos numéricos conduzidos por Vaziri e Trogthon (1992) e Tacitano (2006) sugerem: a) a rigidez e a resistência do solo têm grande influência nos movimentos resultantes nas escavações. Peck (1969) também considera que as propriedades de resistência e rigidez têm uma considerável influência nos movimentos; b) certas influências afetam os cálculos, como o aumento da profundidade, até se atingir um material rígido, e a largura da escavação; c) as propriedades da parede, caracterizadas pelo seu produto de rigidez  $EI$ , parecem ter um controle sobre os movimentos menor do que sua aparência física pode sugerir. Outros atributos da contenção como sua altura e comprimento de ficha, também como sugerido por Peck (1969), possuem maior influência sob os deslocamentos da contenção. Nota-se que a rigidez efetiva é largamente controlada pela profundidade escavada abaixo do último nível de estroncas; d) na maioria das escavações, especialmente as largas, os maiores deslocamentos ocorrem abaixo do nível da estronca mais inferior em qualquer um dos estágios, na parte da contenção a qual é resistida principalmente por tensões passivas do solo. Isto significa que o maior benefício é obtido se a escavação é realizada em pequenos trechos e o escoramento é rapidamente inserido em pequenos intervalos. Uma vez a escora inserida, desde que seja razoavelmente rígida, poucos movimentos subsequentes ocorrem e a rigidez efetiva da escora não se torna tão importante. O efeito da protensão em sistemas de ancoragem e de pré-compressão em sistemas estroncados tem efeito mais benéfico do que somente aumentar a rigidez destes elementos; e) escavações em pequenos trechos ao longo do comprimento da vala seguido de estroncamento, além do uso de bermas, também contribuem com significativa diminuição dos movimentos da contenção.

#### DIMENSIONAMENTO SIMPLIFICADO PELA ABNT

A NBR 9061/85 - Segurança de Escavação a Céu Aberto estabelece prescrições para escavações de pequenas

dimensões quando as condições de vizinhança permitirem, bem como houver ausência de nível de água no trecho a ser escavado sem a necessidade de ser conduzido um cálculo mais rigoroso. Quanto às características do solo, este deve ser homogêneo. Até 1,25 m de profundidade, as escavações podem ser construídas com paredes verticais sem medidas de proteção especiais. A partir desta profundidade, taludamento com ou sem bermas, ou sistemas de contenção devem ser utilizados. Nestes últimos casos, a norma prescreve a utilização de escoramento com pranchas horizontais e travessas auxiliares e escoramento (Figuras 1a e 1b) ou escoramento com pranchas verticais, longarinas e estroncas (Figuras 2a e 2b). As profundidades das valas são limitadas em 5,00 m e a largura em 1,95 m.

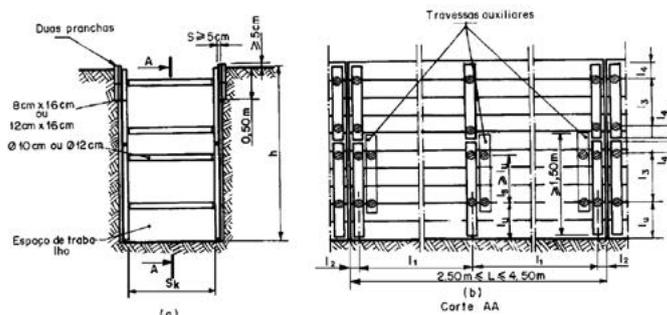


Figura 1 - Escoramento com pranchas horizontais

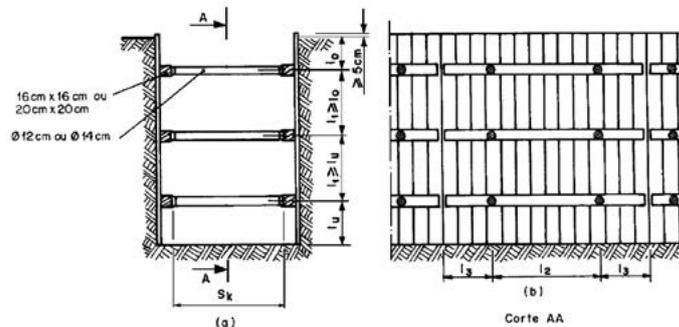


Figura 2 - Escoramento com pranchas verticais



Profundidade (H) [m]	NR 18	29 CFR Ch XVII Part P	NBR 9061/85
$H \leq 1,25$	Sem sistema de proteção	sem sistema de proteção	Sem sistema de proteção
$1,25 < H \leq 1,50$	Os taludes instáveis das escavações com profundidade superior a 1,25m devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim.	Apêndices B, C e D	Taludamento ou Escoramento (escavações padronizadas)
$1,50 < H \leq 1,52$			
$1,52 < H \leq 1,75$			
$1,75 < H \leq 5,00$	Os taludes com altura superior a 1,75m devem ter estabilidade garantida.	Projeto utilizando-se de tabelas de outras fontes ou projeto desenvolvido por profissional legalmente habilitado	Projeto desenvolvido por profissional legalmente habilitado
$5,00 < H \leq 6,10$			
$H > 6,10$			

Tabela 1 - Comparação das prescrições da NR 18, NBR 9061/85 e Subparte P (OSHA)

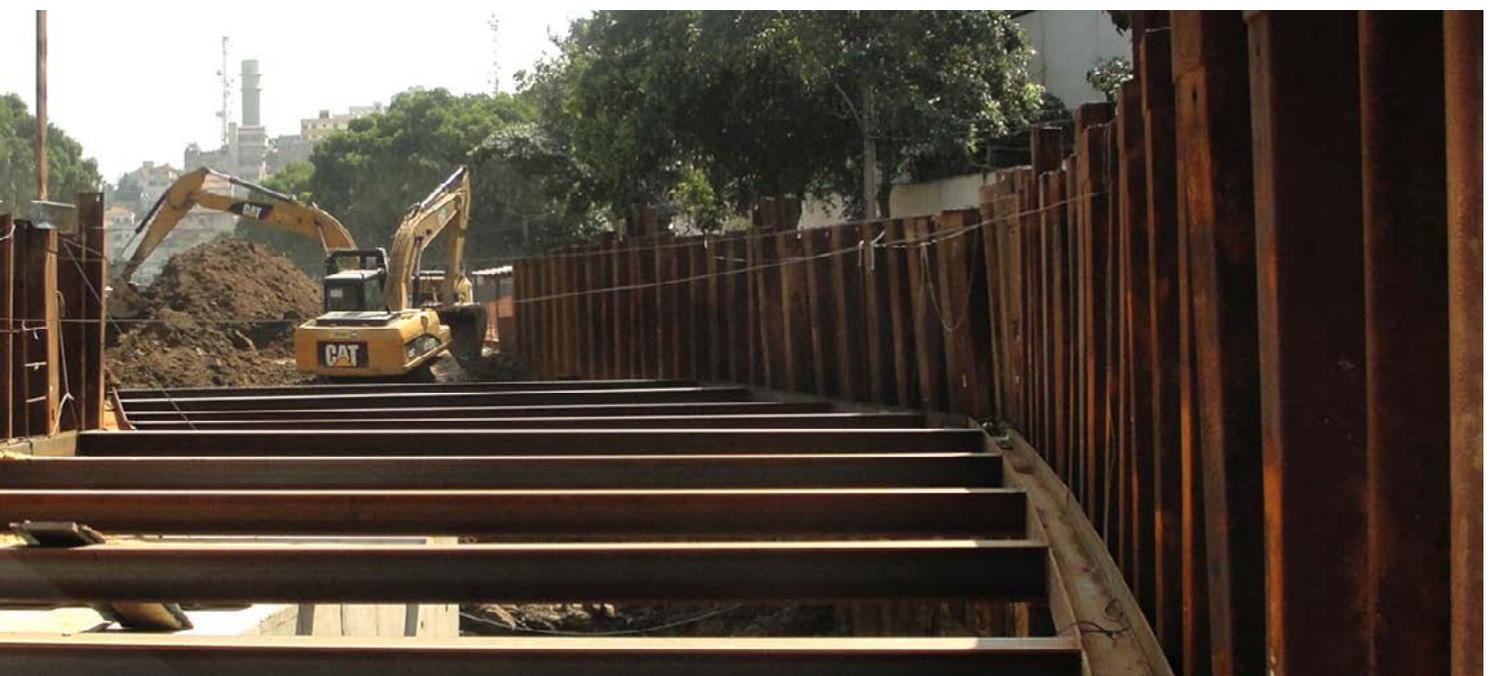
### DIMENSIONAMENTO SIMPLIFICADO PELA OSHA (SUBPARTE P)

As normas de escavação da OSHA, órgão responsável pela fiscalização nos EUA, Subparte P 1926.650, 1926.651 e 1926.652 estabelecem como sistemas de proteção para valas o taludamento, o escoramento ou escudamento. Quando a profundidade da vala é inferior a 1,52 m as escavações e serviços no interior da vala poderão ser executados sem a necessidade de instalação de um sistema de proteção se a escavação é em rocha estável ou não houver potencial de ocorrência de desmoronamento de terra. Quando a vala possuir profundidade superior a 6,10 m o sistema de proteção deve ser dimensionado através de um projeto desenvolvido por profissional legalmente habilitado. Já quando a profundidade da vala estiver entre 1,52 m e 6,10 m, a opção pela ausência de escoramento, o taludamento, o escoramento de madeira, alumínio ou ainda o escudamento, se dará em função de tabelas que levam em conta o tipo de solo (rocha, solo A, solo B ou solo C), a profundidade e largura da vala entre outros parâmetros. O limite para a largura da vala é de 4,57 m. A Tabela 1 mostra um esquema de quando, como e em que

condições um sistema de proteção deve ser implementado, levando-se em consideração as orientações da NR 18, NBR 9061/85 e Subparte P da OSHA.

### FATORES DE SEGURANÇA

Os casos de carregamento obtidos com a combinação das cargas atuantes devem ser feitos não só para a configuração final da escavação, mas também para as fases intermediárias a serem atingidas durante a execução da escavação, bem como as fases intermediárias durante o reaterro da vala, se existirem. Com a intenção de ilustrar o mecanismo de ruptura por incapacidade de resistência das estroncas de um sistema de contenção por ação de elevada sobrecarga nas proximidades da superfície da escavação, Lambe e Whitman (1976) apresentam um aparato em modelo reduzido (Figura 3) pertence aos laboratórios do Massachusetts Institute of Technology e é utilizado para experimentos e demonstrações didáticas. É constituído de suportes e varetas de 15 cm de comprimento e com formas e tamanhos diferentes de seção transversal, a fim de simular os encaixes que se produzem em solos reais.



## VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS (ELU)

O objetivo é garantir uma margem mínima de segurança em relação a Estados Limites Últimos, em que é esgotada a capacidade resistente ou a estabilidade de parte ou do conjunto todo, terreno e estrutura. São elas (ver Figura 4): estabilidade global; estabilidade local da ficha (empuxo passivo) – giro da estrutura; estabilidade de fundo; estabilidade hidráulica de fundo; resistência do paramento à flexão e ao cisalhamento; resistência das estroncas à flexocompressão; resistência dos tirantes à tração; estabilidade da contenção atirantada (resistência do bulbo); verificação local do apoio, contra o paramento, de estroncas/tirantes (punção).

## VERIFICAÇÃO DE ESTADOS LIMITES DE SERVIÇO (ELS)

Nessa verificação o objetivo é garantir uma margem mínima de proteção em relação a estados limites de serviço, isto é, estados em que as especificações de desempenho em serviço deixam de ser atingidas, tais como: verificação dos recalques nas áreas lindeiras, decorrentes de escavação e rebaixamento do NA; verificação de deslocamentos horizontais excessivos na parede e escoramento; verificação do nível d'água dentro da vala; e verificação de vibrações geradas nas edificações lindeiras por cravação de estacas.

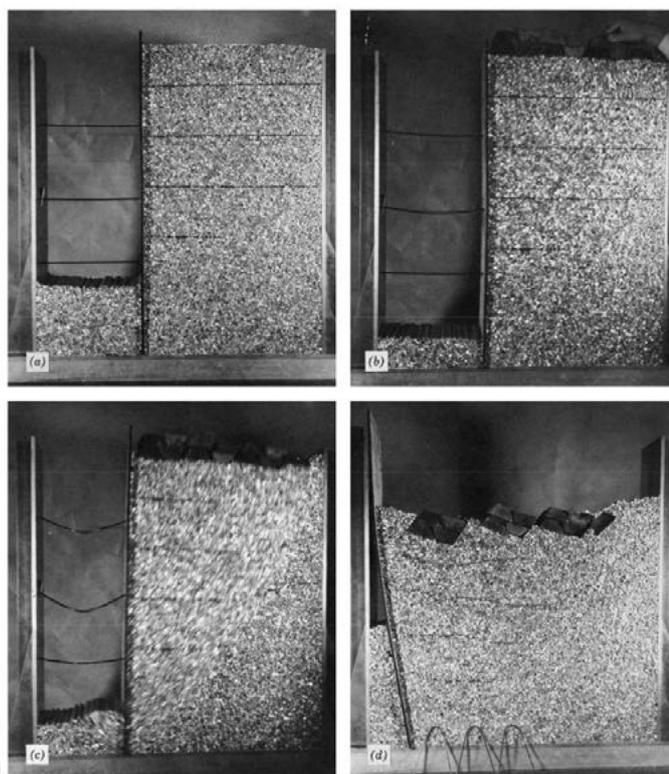


Figura 3 - Ruína de um modelo de escavação estroncada. a) situação estável; b) na iminência da ruína (após a aplicação de sobrecargas na superfície); c) em falha (observa-se o movimento do “terreno”); d) depois da falha

FONTE: Lambe e Whitman, 1976.

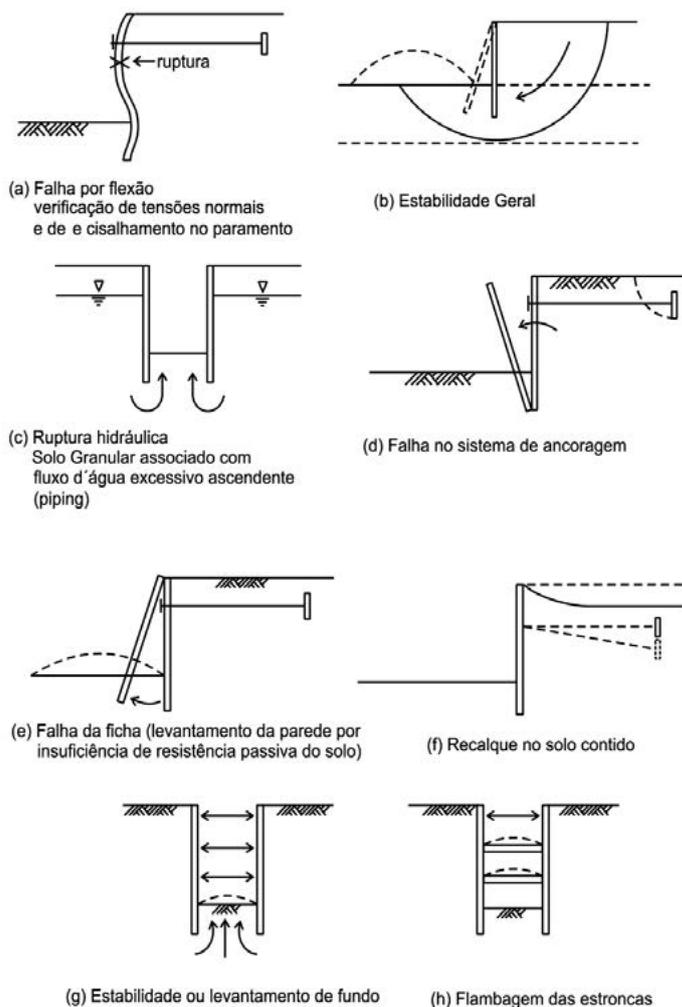


Figura 4 - Modos de falha de uma parede de contenção.

## DETALHES DE EXECUÇÃO

O detalhe mais importante de execução advém do conceito de que o escoramento deve, tanto quanto possível, suprir o confinamento dado pelo próprio solo antes da escavação, isto é, deve ser capaz de impedir deslocamentos laterais além dos que ocorrem inevitavelmente, no intervalo de tempo que decorre entre a escavação e a instalação do escoramento. Deve haver, portanto, duas preocupações constantes, na execução de um escoramento: a) a de instalá-lo o mais rapidamente possível, já que os deslocamentos laterais evoluem no tempo; e b) a de evitar espaços vazios entre a parede de escoramento e o maciço escorado. Os deslocamentos se reduzem quando as pranchas são encunhadas contra o solo da parede da escavação e quando se aplica um esforço contra o maciço, por meio de um encunhamento entre a extremidade das estroncas e as longarinas. Convém ainda lembrar que o efeito da temperatura, principalmente em escoramentos metálicos, provoca variações sensíveis nos esforços atuantes, principalmente nas estroncas, cujo encunhamento, portanto, deve ser reapertado sempre que haja queda de temperatura após a instalação. Maiores detalhes estão em Tacitano (2006).

## CONTROLE DA ÁGUA E REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

Valas escoradas com pranchas não são estanques, razão pela qual provocam um rebaixamento do lençol freático sempre que o interceptem. A necessidade ou não de se prever um sistema próprio para rebaixamento do lençol prende-se a dois fatores: a) vazões elevadas de água que possam impedir ou dificultar a execução dos serviços; e b) carreamento de partículas sólidas para dentro da vala que indiquem a possibilidade de formação de vazios cujas conseqüências podem levar a situações graves em relação a edificações existentes. As duas situações ocorrem em solos não coesivos nos quais as vazões são mais elevadas. O sistema mais utilizado para rebaixamento do lençol freático em valas é o de ponteiros filtrantes, para altura de sucção de até 5 m. Com alturas de sucção maiores será necessário o emprego de mais de um estágio de ponteiros ou a utilização de ponteiros especiais com ejetores. No caso de solos argilosos, as vazões, em geral, são reduzidas, podendo o controle das infiltrações ser feito através de um sistema de valetas ou drenos de brita, que conduzem as águas para pequenos poços de onde são esgotadas por meio de bombas.

## LARGURA DOS ESPAÇOS DE TRABALHO (VALAS PARA CONDUTOS E CANAIS)

Para trabalhos em valas para condutos e canais onde há tráfego de pessoas, é indispensável que se respeite as larguras livres indicadas abaixo, segundo a NBR 9061/85

$D \leq 0,40 \text{ m}$	$L = 0,80 \text{ m}$
$0,40 \text{ m} < D \leq 0,80 \text{ m}$	$L = D + 0,60 \text{ m}$
$D > 0,80 \text{ m}$	$L = D + 0,40 \text{ m}$

sendo D = diâmetro externo do fuste do tubo, largura do canal ou largura da seção a ser executada; L = largura livre. Estes valores devem ser utilizados para profundidades de até 4,00 m. Para maiores profundidades, a largura livre deve ser estabelecida em cada caso pelo projeto de escavação.

## CONTROLES DE CAMPO E INSTRUMENTAÇÃO

Os controles de campo podem ser diretos, isto é, relativos a medidas de deslocamentos feitas no próprio escoramento, ou indiretos, feitos nas edificações lindéiras às valas, através da observação do fendilhamento e de sua evolução no tempo. O modo mais simples é o indireto feito por meio da aplicação de selos de gesso ou vidro em pontos escolhidos ao longo das fissuras surgidas em paredes situadas dentro das faixas influenciadas pelos deslocamentos. Métodos diretos são mais precisos, porém exigem equipamentos mais sofisticados como extensômetros, inclinômetros, medidores de convergência, nivelamentos de precisão, e devem ser empregados sempre que haja estruturas importantes e particularmente sensíveis a recalques e distorções.

Nesses casos devem ser controlados os efeitos gerados pela variação da temperatura, em escoramentos com peças metálicas. É também evidente que a distância entre apoios, ambos em planta e em elevação, irão influenciar a quantidade de movimento de solo que irá ocorrer. Em condições para trabalhos temporários, a provisão de um grande número de estroncas proximalmente espaçadas (para restringir movimentos de solo) irá conflitar com a necessidade (para facilidade dos trabalhos) de manter o maior espaço livre possível dentro da escavação. O tempo necessário para os trabalhos é também importante. Por exemplo, é desejável promover a concretagem de estacas escavadas o mais rápido possível, de modo que os deslocamentos sejam restringidos. É também boa prática instalar o escoramento o mais rápido possível. Dessa forma, boas práticas de construção podem restringir - até certo ponto - os movimentos de solo adjacentes à escavação.

Existem equipamentos reutilizáveis de escoramento. As Figuras 5, 6, 7, 8, e 9 mostram alguns destes sistemas desenvolvidos pelas americanas *Speed Shore Inc.* e *Efficiency Production Inc.*



Figura 5 - Parede com pranchas de madeira escorada através de WALER SYSTEMS® da Speed Shore Inc.



Figura 6 - Poço retangular com pranchas de madeira com escoramento tipo EXCAVATION BRACES® Speed Shore Inc



Figura 7 - Aplicação do escoramento VERTICAL SHORE® da Speed Shore Inc. diretamente sobre o solo, sem utilização de paredes.

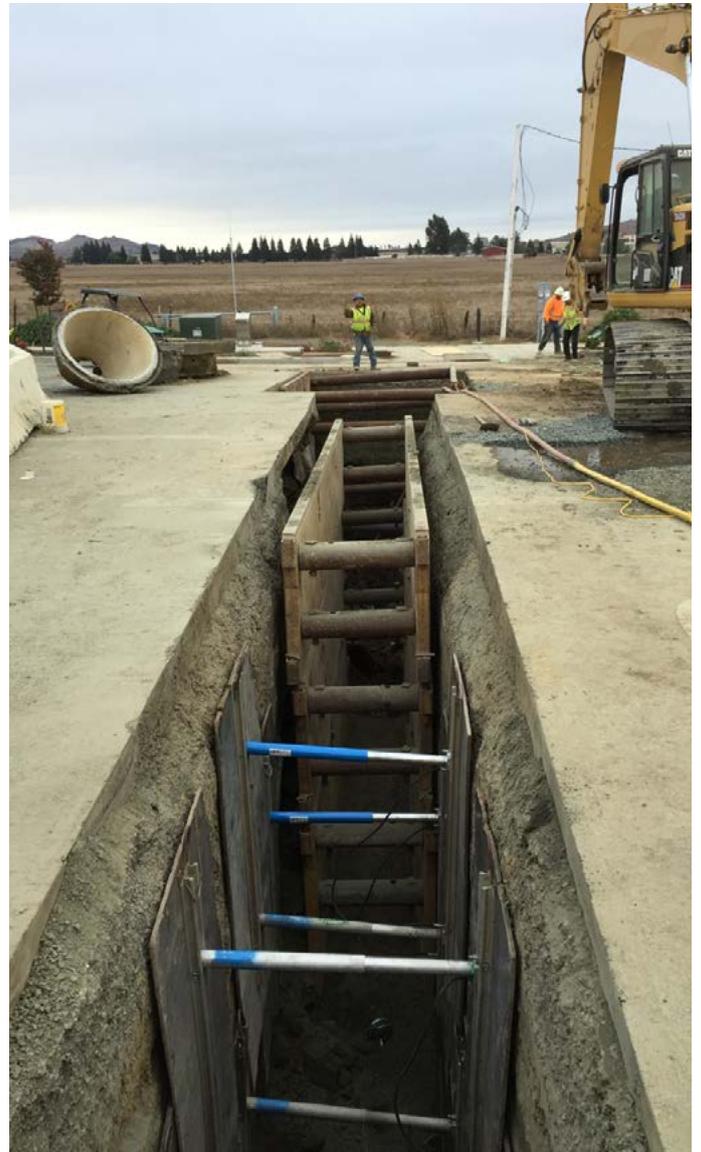


Figura 9 - Escoramento em alumínio com estroncas cilíndricas hidráulicas VERTICAL HYDRAULIC SHORING® da Efficiency Production Inc.



Figura 8 - Escudamento de alumínio modular BUIL-A-BOX® da Efficiency Production Inc.





Figura 10 - Escoramento móvel para trabalho em valas da CITAGUA.

Existe um Escoramento Móvel desenvolvido pela empresa CITAGUA, de Cachoeiro do Itapemirim/ES que recebeu menção honrosa no Prêmio Proteção Brasil em setembro de 2005 (Figura 10).

#### PALAVRAS FINAIS

O modelo proposto para simular a interação solo-estrutura, com a extensão do conceito de viga em meio elástico mostrou ser um modelo eficaz e preciso. Na extensão do conceito de vigas em meio elástico, foi incorporado o comportamento plástico do solo. Ao sofrer compressão ou descompressão, de acordo com o movimento da parede, a partir de uma tensão em repouso, sua tensão é limitada pelo estado limite de equilíbrio ativo ou passivo. A histerese também foi incorporada aos elementos do solo para que se possa representar carregamentos cíclicos. O modelo unidimensional tem vantagens de custo, de operacionalidade e de representativi-

dade, e permite obter os deslocamentos da parede e tensão no solo (de forma aproximada dentro das hipóteses assumidas para o solo) nas diversas fases. Tem-se ainda como características vantajosas: o solo aparece como elemento participante no equilíbrio do sistema. O próprio solo equilibra a carga externa aplicada que, por sua vez, são as tensões de desequilíbrio decorrentes da construção (escavação), ao contrário dos Métodos Empíricos e Semi-Empíricos existentes de cálculo, nos quais o solo entra apenas como carga externa; a possibilidade de representar o comportamento real do solo na região da ficha dentro da hipótese de Winkler, ao contrário da de equilíbrio limite que impõe a ideia de apoio ou de engastamento nesta região com fixação duvidosa; a rigidez relativa do escoramento e da parede é levada em conta automaticamente, sem preocupação em distinguir parede flexível e parede rígida, o que é necessário em alguns métodos de cálculo.

#### REFERÊNCIAS

- LAMBE, T. W. e WHITMAN, R. V. **Soil Mechanics**. New York: John Willey & Sons. 1976. 553p.
- PECK, R. B. Deep excavations and tunneling in soft ground. In: International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 7, 1969. **Proceedings...**, 1969, p. 225-250.
- TACITANO, M. **Análise de paredes de contenção através de método unidimensional evolutivo**. Campinas: FEC/UNICAMP, 2006. Tese (Doutorado) – Orientador Dr. Mauro A. Demarzo – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2006.
- VAZIRI, H. H. e TROUGHTON, V. M. An efficient three-dimensional soil-structures interaction model for analysis of earth retaining structures. **Canadian Geotechnical Journal**, v. 29, s.n., p. 529-538, 1992.



# “SALÃO AEASC”

Associação dos Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de São Carlos



## Locação para eventos

 **Ligue (16) 3368-1020**

Consulte-nos e agende uma visita sem compromisso!  
Confira no site fotos e valores:  
[www.aeasc.net/salao-de-eventos](http://www.aeasc.net/salao-de-eventos)

